



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

Dpto. de Anatomía e Histología Humanas

TESIS DOCTORAL:

**Disposición y relaciones del conducto mandibular. Aplicaciones
anatomo-clínicas.**

D. Alfonso Sanz Albornos

Salamanca 2015

**Disposición y relaciones del conducto
mandibular.**

Aplicaciones anatomo-clínicas.

Autor: D. Alfonso Sanz Albornos

Directores:

Prof. Dr. D. José Manuel Riesco Santos

Catedrático de la Universidad de Salamanca.

Prof. Dr. D. Javier Martínez-Alegría López

Profesor Asociado de la Universidad de Salamanca.

Departamento de Anatomía e Histología Humanas

Universidad de Salamanca

Salamanca 2015



**VNIVERSIDAD
D SALAMANCA**

D. José Manuel Riesco Santos, Doctor en Medicina y Cirugía, Catedrático del Departamento de Anatomía e Histología Humanas de la Universidad de Salamanca y **D. Javier Martínez Alegría López**, Doctor en Medicina y Cirugía y Profesor Asociado jubilado del Departametno de Cirugía de la Universidad de Salamanca,

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado: **“Disposición y relaciones del conducto mandibular. Aplicaciones anatomo-clínicas”**, ha sido realizado por D. Alfonso Sanz Albornos, bajo nuestra dirección, reuniendo, a nuestro juicio, los requisitos y méritos suficientes para que el autor del mismo pueda optar al Grado de Doctor por la Universidad de Salamanca.

Y para que así conste, firmamos la presente certificación en Salamanca, a 15 de Diciembre de 2015.

Fdº: Prof. Dr. José M. Riesco

Fdº: Dr. Javier Martínez Alegría

A mis padres,
que me dieron la posibilidad de
dedicarme a esta profesión,
que me lo han dado todo.

A Paula,
por su ayuda, por sus palabras,
por su ánimo, por su amistad, por su amor,
por todo.

A los que siempre están.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la inestimable firmeza y sabiduría de una serie de personas:

Al Dr. D. José Manuel Riesco Santos, a quien la elaboración de este trabajo de Tesis le ha robado muchas horas de sus escasos momentos libres. Siempre ha atendido mis problemas con una sonrisa y la mejor de las disposiciones, con un empeño y dedicación que ha excedido de una simple colaboración, y que solo se puede encontrar en personas, cuyo sentido del trabajo y la amistad les hace considerar los problemas ajenos como propios.

Al Dr. D. Javier Martínez-Alegría, gracias por ese tiempo que me has brindado y por las largas horas de trabajo dedicado. Tu apoyo, sugerencias y consejos han sido extraordinarios. Mil gracias.

Al Departamento de Anatomía e Histología Humanas, de la Universidad de Salamanca, gracias por aceptarme como un miembro más de la familia.

A mis padres por haberme enseñado que la constancia lo puede todo, por haberme transmitido disciplina y capacidad de esfuerzo. Porque siempre me han explicado que cuanto más trabajo se tiene, con organización, más eficazmente se usa el tiempo y mejor sabe el disponible para el ocio.

A mi familia, por soportar con paciencia el poco tiempo que les he podido dedicar durante estos años de intenso trabajo.

Y a ti, Paula, por tu calma y equilibrio emocional cuando a mí me falta, por transmitirme paz y serenidad. Por tu apoyo incondicional en todo lo que hago incluso en los momentos de hastío y desánimo. Gracias por estar siempre ahí, sin ti todo esto no sólo no hubiese sido posible, sino que no habría tenido sentido.

A todos los familiares que hoy no están con nosotros, pero su recuerdo perdura en el corazón.

Todos me habéis sido imprescindibles.

Índice

1. Prólogo.....	11
2. Introducción.....	13
2.1 Ontogenia y filogenia del conducto alveolar.....	15
2.1.1 Filogenia del conducto alveolar	15
2.1.2 Ontogenia del conducto alveolar.....	18
A Anatomía de la mandíbula adulta.....	18
B Desarrollo embrionario de la mandíbula humana.....	22
C Desarrollo embrionario del conducto dentario inferior (CDI) o conducto mandibular humano.....	28
2.2 Anatomía macroscópica del conducto mandibular o CDI.....	34
2.2.1 Reseña histórica de la mandíbula y del CDI.....	34
2.2.2 Descripción anatómica y radiológica del CDI y de sus variante en el adulto.....	36
A Descripción anatómica.....	36
B Descripción radiológica.....	38
3. Planteamiento del trabajo.....	44
3.1 Antecedentes.....	45
3.2 Objetivos Principales.....	47
3.3 Objetivos secundarios.....	48

4. Material y métodos.....	50
4.1 Material y métodos del objetivo principal	51
4.2 Material y métodos del objetivo secundario	55
4.2.1. Búsqueda y rastreo bibliográfico.....	55
4.2.2. Estudio ontogénico del CDI y del cuerpo mandibular...	56
4.2.3. Disección del Conducto dentario inferior.....	57
4.2.4. Cortes de mandíbulas secas	60
5. Resultados.....	62
5.1 Desarrollo embrionario del cuerpo mandibular relacionado con el CDI.....	63
5.2 Anatomía del CDI en cadáver e in vivo.....	73
A Sobre cadáver.....	73
B Sobre Mandíbula seca.....	77
5.3 Estudio morfológico y morfométrico del CDI, en relación al sexo y la edad, mediante imágenes radiográficas.....	80
5.3.1 Longitud del CDI.....	81
5.3.2 Anatomía del CDI en referencia a puntos de estudio....	81
A Variaciones a nivel del tercer molar.....	81
B Variaciones a nivel del primer molar.....	82
C Variaciones a nivel del agujero mentoniano.....	83
5.3.3 Variaciones del CDI.....	84

5.4 Estudio morfológico y morfométrico del CDI en pacientes con osteoporosis, mediante imágenes radiográficas.....	87
5.3.1 Longitud del CDI.....	88
5.3.2 Anatomía del CDI en referencia a puntos de estudio....	88
A Variaciones a nivel del tercer molar.....	88
B Variaciones a nivel del primer molar.....	88
C Variaciones a nivel del agujero mentoniano.....	89
6. Discusión.....	93
- Desarrollo embrionario.....	93
- Disección del CDI.....	96
- Estudio radiográfico del CDI.....	100
7. Conclusiones.....	108
8. Bibliografía.....	112

1. Prólogo

Al finalizar la licenciatura de Odontología en el año 2002 y un máster en implantología al año siguiente, en el día a día del ejercicio profesional, pronto me di cuenta de que al perder piezas dentales es importante reponerlas lo antes posible, por varias razones, tanto estéticas como biológicas, ya que los dientes tienden a moverse rápidamente para cerrar el espacio de la pieza perdida, causando inestabilidad en la mordida, y produciendo una reabsorción del hueso. El tratamiento de elección era la rehabilitación mediante prótesis fija, la cual requiere tallar las piezas adyacentes y por tanto debilitarlas. Los implantes dentales han supuesto una revolución en el desarrollo de la profesión odontológica. Desde sus inicios, ésta ha ido creciendo exponencialmente, innovando técnicas y tratamientos con el fin de conseguir tratamientos más precisos y exitosos.

Debido a la relación de amistad y trabajo que me une con el jefe de servicio de Cirugía Maxilofacial del Hospital de Salamanca y director de mi tesis Dr. D. Javier Martínez-Alegría, y a la relación de él, con el que ha sido mi otro director, el Profesor Dr. D. José Manuel Riesco Santos, al plantearles mis inquietudes, me propusieron realizar el trabajo de Tesis Doctoral sobre la “disposición y relaciones del conducto mandibular. Aplicaciones anatomo-clínicas”, ya que creemos que cualquier clínico que sienta la preocupación por su formación continua, debe compaginar su actividad laboral, con la práctica de alguna técnica de investigación, que permita resolver los problemas que encontramos en el día a día de nuestra profesión.

2. Introducción

La estructura anatómica más relevante en la mandíbula es, sin duda, el paquete neurovascular incluido en el conducto alveolar o dentario inferior. Rara es la intervención diaria llevada cabo, tanto por los odontólogos como por los especialistas maxilo-faciales, que no conlleve una actuación sobre dicho paquete. En efecto, es la base de las anestésias regionales por bloqueo en la mandíbula (Mead, 1957; García Vicente, 1972; Salagaray, 1982; Evers y Haegerstam, 1983; Desantis y Liebow, 1996; Madan y col. 2002; Lew y Townsen, 2006; Stein y col. 2007); pero además, constituye la estructura anatómica más temida, y por tanto a proteger, en cualquier intervención de esa zona (Clark, 1957; Guralnick, 1971; Borrel, 1985; Bränemark y col. 1985; Pyle y col. 1999; Auluck y col. 2007; Arora y col. 2010; Pai y col. 2010; Juodzbaly y col. 2010; Rodella y col. 2012).

En los últimos años, lejos de aminorarse el interés suscitado por estas estructuras anatómicas, el auge en las modernas técnicas de implantología intraósea, aumentan la necesidad de conocer las estructuras anatómicas sobre las que se trabaja. Si además le añadimos las posibles variaciones a las que se ve sometido en la práctica el conducto mandibular (Nortje y col., 1978; Mader y Konzelman, 1981; Byers y Ratcliff, 1983; Roy y col. 2002; Anil y col. 2003; Gülekon y col. 2005; Siéssere y col. 2009; Rodella y col. 2012; Neves y col. 2014; Azcárate-Velázquez y col. 2015; Haas y col. 2015), dejan patente la importancia capital del conducto y de su contenido neurovascular. Por eso, conviene analizarlo y conocerlo desde diversas vertientes, comenzando por su estudio ontogénico y filogénico, pasando después a su análisis morfológico y radiológico, haciendo especial hincapié en sus variaciones anatómicas y en las relaciones que mantiene con las estructuras vecinas.

2.1.- Ontogenia y Filogenia del conducto alveolar

2.1.1. La filogenia del conducto alveolar va unida a la filogenia de la mandíbula. El conducto alveolar es una adquisición filogenética tardía, ya que la disposición definitiva de este accidente anatómico hay que referirla necesariamente al desarrollo y posterior evolución de las estructuras branquiogénicas.

Los vertebrados primitivos no poseían mandíbulas. Eran similares a los ciclostomos de la actualidad, es decir las lampreas y los “hagfish”. Se trataba de una subclase de agnatos (peces sin mandíbulas) que poseían un esqueleto cartilaginoso completo y un cráneo sin grandes diferencias con respecto al resto de vertebrados; su boca estaba dotada de ventosas para asirse a sus presas y unos dientes córneos capaces de perforar los tejidos.

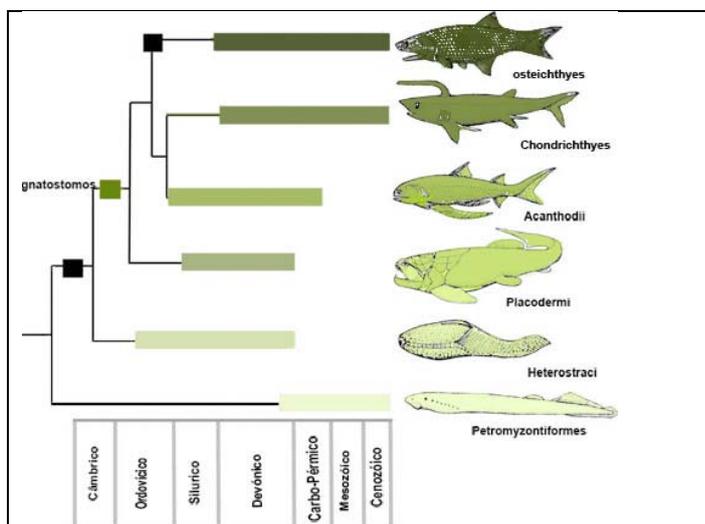


Figura 1.- Especies evolutivas desde agnatos a gnatostomos.

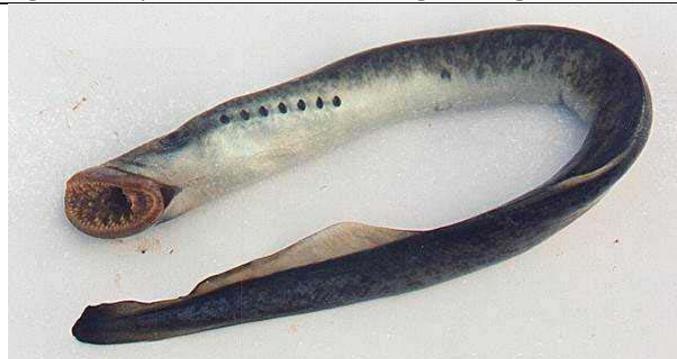


Figura 2.-Lamprea: boca circular sin mandíbula pero con dientes.



Figura 3.- Tiburón primitivo, tipo prehistórico. Se aprecia ya la presencia de mandíbula con dientes (*gnatostomos*).

La aparición de la mandíbula en la evolución de los vertebrados da lugar a una nueva clasificación, concretamente la de los gnatostomos o vertebrados mandibulados. En éstos, células de la cresta neural craneal emigran y alcanzan los arcos faríngeos o branquiales. En concreto, las que colonizan el primer arco serán las que formen la mandíbula y el proceso maxilar (Gilbert, 2003). Aunque en los ciclostomos existe migración y colonización de células de la cresta neural hacia el primer arco faríngeo, no se forma cartílago de Meckel o su derivado mandibular.

Los cambios en la forma de actuación de unos vertebrados sin mandíbula a los gnatostomos posiblemente se deban a la aparición de un ambiente permisivo y a recibir una nueva serie de instrucciones. El ambiente permisivo estaría relacionado con la eliminación de una barrera existente en los ciclostomos a la progresión de las células de la cresta neural. Dicha barrera estaría constituida por la placa nasohipofisaria que, en los gnatostomos, se separan sus componentes y dejan un espacio para la emigración hasta el primer arco de las células de la cresta neural que formarían así la mandíbula (Kuratani y col., 2001; Shigetani y col., 2002, Infante Contreras, 2009).

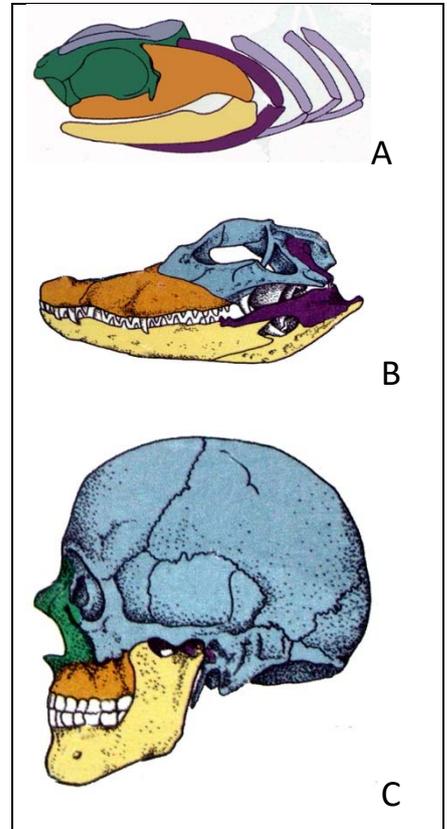


Figura 4.- Esqueleto mandibular en: A) peces (tiburón); B) reptiles y C) mamíferos (humano).

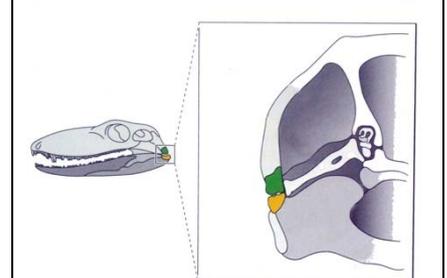


Figura 5.- Huesos cuadrado y articular en la articulación mandibular de los reptiles

La nueva serie de instrucciones proviene de unos cambios en la expresión del gen Hox. En las lampreas (ciclostomos) hay expresión génica Hox en el primer arco

faríngeo (Cohn, 2002) mientras que en los gnatostomos no existe tal expresión. Así los genes Hox se comportarían como inhibidores de la formación de la mandíbula (Pasqualetti y col., 2000; Grammatopoulos y col., 2000). Una recopilación extensa acerca de la expresión génica para el desarrollo orofacial en diferentes especies desde el punto de vista filogenético fue realizada por McCollum y Sharpe (2001).

La evolución posterior de la mandíbula en los vertebrados gnatostomos lleva a una diferenciación funcional entre la articulación temporomandibular y los huesecillos del oído.

En los anfibios, reptiles y aves la porción posterior del cartílago de Meckel forma el hueso cuadrado del maxilar superior y el hueso articular de la mandíbula. Estos huesos se conectan entre sí y se involucran en articular el maxilar y la mandíbula. En los mamíferos, esta articulación se produce en otra región (huesos escamoso y dentario), liberando a los elementos óseos anteriores que evolucionarán hacia la constitución de los huesos martillo y yunque del oído (Wang y col. 2001).

Se desconoce hasta ahora en qué momento de la evolución de los gnatostomos surge el conducto mandibular. Es principalmente la inervación dentaria a partir del nervio trigémino la que implicaría la llegada de las fibras nerviosas hasta los dientes mandibulares y en ese discurrir se acabaría labrando el conducto dentario intramandibular. Existen trabajos a partir del año 2000 en los que se investiga el origen y la evolución de las denticiones en los gnatostomos (McCollum y Sharpe, 2001; Smith, 2003; Zerina y Smith, 2005) y otro más reciente (Carr y col., 2009) sobre la evolución y mecanismos de masticación en los vertebrados mandibulados, a partir de los Phyllolepidida placodermos, hermanados con los gnatostomos. A pesar de la profundidad en la revisión del tema, de las citas

bibliográficas que acompañan al estudio y de los modelos evolutivos sobre el cartílago de Meckel y del primer arco branquial, no existe ninguna alusión al conducto mandibular.

2.1.2. Ontogenia del conducto mandibular

Al igual que la filogenia, también la ontogenia del conducto mandibular va unida al desarrollo embrionario de la mandíbula y para comprender bien dicho desarrollo es preciso, previamente, conocer lo fundamental sobre la anatomía de la mandíbula en el ser humano adulto. Por eso, en este capítulo sobre la ontogenia del conducto mandibular lo dividiremos en tres apartados: a) descripción sucinta de la mandíbula adulta; b) desarrollo embrionario de la mandíbula humana y c) ontogenia del propio conducto mandibular.



Figura 6. Escorzo anterolateral de una mandíbula humana.



Figura 7. Escorzo posteromedial de una mandíbula humana.

A) Anatomía de la mandíbula adulta:

Para centrar el análisis ontogénico de la mandíbula humana partiremos de una descripción anatómica sucinta, como se describe en la mayoría de los tratados anatómicos existentes en la actualidad (Testut y Latarjet, 1975; García-Porrero y

Hurlé, 2003; Latarjet y col., 2004; Standring , 2005; Rouviere y Delmas, 2005; Amat 1990; Moore y col. 2010; Drake y col. 2010).

La mandíbula del adulto es un hueso impar y medio situado en la parte inferior del cráneo con el cual se articula. Posee un cuerpo y dos ramas ascendentes situadas detrás del cuerpo. Éste tiene forma de lámina arciforme dispuesta horizontalmente con la concavidad hacia atrás. Es el resultado de la fusión de las dos hemimandíbulas embrionarias que puede apreciarse en la línea media por la presencia de una línea vertical (sínfisis mentoniana) que se continúa hacia abajo con un triángulo óseo conocido con el nombre de protuberancia mentoniana.

En el cuerpo mandibular se diferencian dos caras y dos bordes. Los bordes son: uno inferior, grueso y redondeado, llamado base de la mandíbula y otro superior o craneal, denominado borde o arco alveolar porque sustenta los alveolos dentarios (hasta 16 oquedades variables en tamaño y profundidad), donde se implantan los dientes inferiores o mandibulares cuyas raíces resaltan sobre la cara superficial del cuerpo (eminencias alveolares o *juga alveolaria*). El arco alveolar posee una doble lámina ósea: una vestibular, gruesa, y otra lingual, delgada; entre ambas queda el tejido óseo perialveolar. Cuando un diente definitivo se pierde el hueso alveolar se reabsorbe.

Entre los dos bordes se disponen las dos caras del cuerpo: una es superficial o externa y otra profunda o interna. En la cara superficial destacan los siguientes accidentes anatómicos: los tubérculos mentonianos situados en la base de la protuberancia mentoniana, de los que parten a cada lado una línea oblicua que cruza diagonalmente hacia arriba y atrás la cara superficial del cuerpo hasta terminar en el borde anterior de la rama mandibular. Además, a nivel del 1º o 2º premolar y equidistante de ambos bordes se aprecia un orificio circular

denominado agujero o foramen mentoniano que representa el orificio de salida del conducto mandibular.

La cara interna del cuerpo mandibular posee cerca de la línea media una espina mentoniana o apófisis geniana (*espina mentalis*) con dos prominencias craneales y dos caudales que sirven para la inserción de los músculos genioglosos y geniohioideos, respectivamente. Desde estas prominencias óseas parte a cada lado y de forma oblicua una línea, a veces una cresta, llamada línea milohioidea que recorrerá el cuerpo de adelante atrás y de abajo arriba hasta conectar con el borde anterior de la rama mandibular. La línea milohioidea separa dos depresiones, una es la fosita sublingual situada por delante y arriba y otra, la fosita submandibular en posición pósteroinferior a la línea. Cerca del borde inferior de la sínfisis mandibular queda una doble fosita que sirve para la inserción del vientre anterior de ambos músculos digástricos.

Por detrás del cuerpo mandibular se engarza, a cada extremo posterior, sendas láminas rectangulares, dispuestas en un plano parasagital, fundidas con el cuerpo en ángulo recto. En cada lámina, llamada rama mandibular o rama ascendente de la mandíbula se diferencian dos caras, cuatro bordes y cuatro ángulos. En la cara externa o lateral existen irregularidades oblicuas próximas al ángulo pósteroinferior (correspondiente a un punto craneométrico llamado gonion o ángulo de la mandíbula) determinadas por la inserción del músculo masetero. Prácticamente a la misma altura, pero ahora por la cara medial otras rugosidades oblicuas hacen referencia a la inserción del músculo pterigoideo interno o medial.

En el centro de la cara medial de la rama destaca un orificio ligeramente rasgado que da entrada al conducto mandibular y que está limitado anteriormente por una espina ósea (espina de Spix o línula de la mandíbula). Desde el orificio se

deja caer hacia abajo y adelante un surco (surco milohioideo), situado por debajo y en paralelo a la línea milohioidea y que alberga al paquete neurovascular milohioideo.

De los bordes de la rama mandibular destacan por sus detalles el superior y el anterior. El superior está escotado (escotadura sigmoidea o mandibular) y en sus extremos, correspondiendo con los ángulos antero-superior y pósterosuperior de la rama, se levantan dos reparos anatómicos, de los cuales el posterior corresponde a la apófisis condilar o cabeza de la mandíbula constituido por una superficie articular sustentada en una masa ovoidea, dispuesta horizontalmente y con un eje mayor oblicuo, llamado cóndilo mandibular el cual se apoya en la rama mediante una zona estrecha o cuello de la mandíbula que posee una depresión (fosita pterigoidea) para la inserción del músculo pterigoideo lateral o externo.

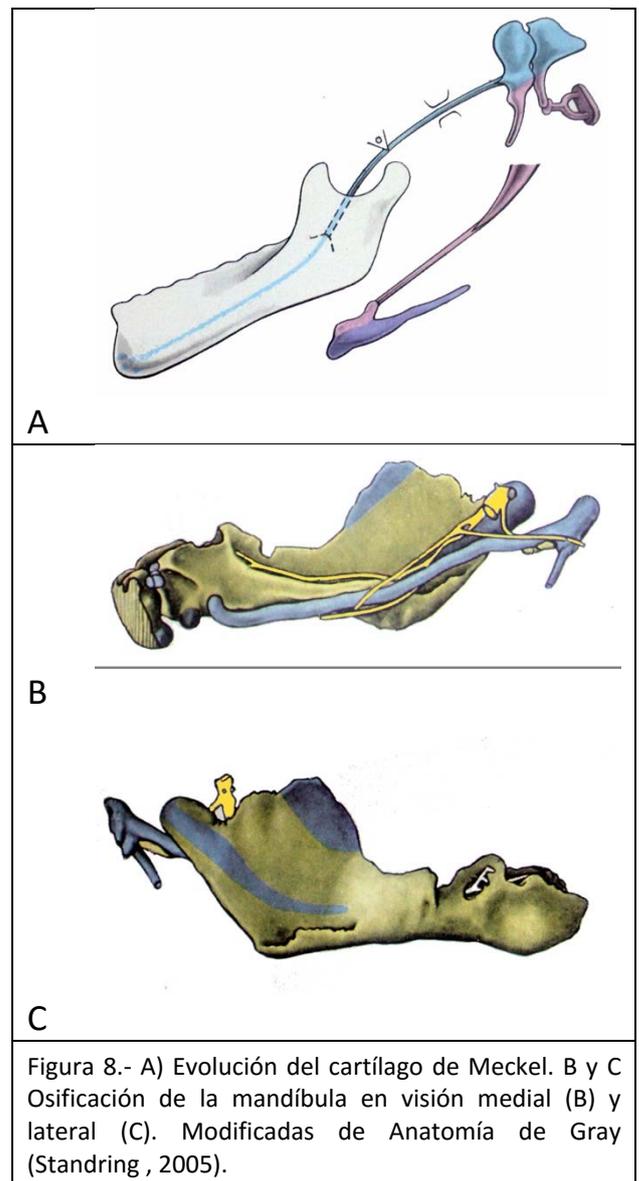
El ángulo antero-superior corresponde a un grueso saliente triangular, de vértice superior, que da inserción al tendón del músculo temporal, es la apófisis coronoides que prosigue hacia adelante y abajo con el borde anterior, acanalado, de la rama de la mandíbula. Los dos labios de dicho canal se continúan con las líneas oblicuas, la externa y la interna o milohioidea. En la base de este canal y por detrás del último molar asienta el trígono retromolar y junto a él la cresta bucinatriz.

La mandíbula considerada globalmente está formada por un tejido esponjoso situado entre dos láminas de tejido compacto y en su interior se halla labrado un conducto (conducto mandibular o dentario inferior), objeto de nuestro estudio y cuya descripción pormenorizada se hará más adelante.

Antes de finalizar la descripción anatómica de la mandíbula del adulto y de adentrarnos en su desarrollo ontogénico queremos destacar los profundos cambios morfológicos y funcionales que presenta este hueso en el transcurso del desarrollo desde la etapa fetal hasta la senectud. Se ha destacado que el tejido óseo de la mandíbula es muy activo con un metabolismo intenso que le permite realizar unos cinco recambios en todo sus componentes orgánicos y minerales a lo largo de la vida, considerándose como el tejido de mayor bioplasticidad del organismo (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2002).

B) Desarrollo embrionario de la mandíbula humana

La mandíbula se constituye en el seno del primer arco branquial o faríngeo, llamado por ello arco mandibular. Su evolución a través de las etapas embrionarias y fetales continúa actualizándose (Abramovich, 1997; Sperberg y col. 2001; Larsen 2003; Smartt y col; 2005; Rodriguez Vázquez y col., 2011; Lipski y col. 2013).



Este arco posee en el humano dos regiones principales: una ventral o prominencia mandibular y otra dorsal o prominencia maxilar. La primera aparece por primera vez en el estadio 10 (22 días después de la fecundación, fig. 9) y crece en dirección ventromedial, en el suelo de la faringe, hasta encontrarse con su homóloga en la línea media (Williams y col. 1998). La maxilar surge en el estadio 13 (fig. 10) y establece interacciones con el epitelio ectodérmico y con el mesénquima de la cresta neural de la prominencia frontonasal, que formarán elementos esqueléticos (hueso premaxilar, maxilar, malar, parte del hueso temporal) y acabarán uniéndose al condrocráneo.

Los pliegues neurales mesencefálicos originan tanto células de las placodas ectodérmicas como células de la cresta neural que contribuyen a la formación del ganglio del trigémino y a poblaciones mesenquimatosas que colonizan las prominencias maxilar y mandibular (Sadler, 2012; Arteaga y García 2014).

El primer arco contiene, además, un cartílago dorsal y otro ventral. El dorsal representa la barra palatopterigocuadrada de gran importancia en los vertebrados inferiores en los que forma parte del maxilar. El cartílago ventral o de Meckel se

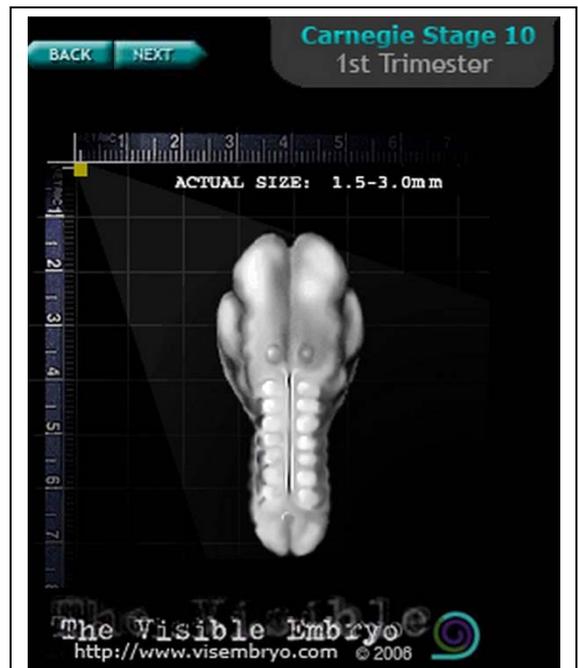


Figura 9. Morfología externa de un embrión humano en visión dorsal en el estadio 10.



Figura 10. Morfología externa de un embrión humano en visión lateral en el estadio 13.

extiende desde la cápsula ótica hasta la prominencia mandibular. El extremo dorsal queda aislado y forma el esbozo del martillo y se discute si también forma el yunque o bien éste deriva de la barra palatopterigocuadrada, homóloga del hueso cuadrado de los reptiles (Romer, 1970).

Ya en 1862, Magitot y Robin observaron que en el embrión humano de 18 días el primer arco branquial estaba formado por dos tubérculos que no poseían cartílago; hacia los días 25-28 los dos tubérculos se unían y un poco más tarde, en el estadio 16, ya se observaba en el centro del arco mandibular una pequeña tira cartilaginosa. A conclusiones similares han llegado autores más recientes, concluyendo que el cartílago de Meckel aparece en el embrión humano durante el estadio 16 (Orliaguet y col. 1993; 1994; Abramovich, 1997; Rodríguez Vázquez y col. 1997; Fernández Coppel, 2011).

La porción intermedia del cartílago de Meckel está recubierta por la mandíbula mesenquimatosa en desarrollo que sufrirá una osificación de tipo membranoso.

Siguiendo a Abramovich (1997) y a Fernández Coppel (2011), describiremos la osificación de la mandíbula, en la que deben considerarse cuatro partes: el cuerpo, la rama ascendente, la sínfisis y las apófisis alveolares.

La osificación del cuerpo mandibular es de tipo yuxtaparacondral. Se debe a que el cartílago de Meckel solo sirve como estructura de sostén de la mandíbula, ya que durante el desarrollo será reemplazada por tejido óseo surgido en la vecindad del cartílago. El cartílago de Meckel no interviene en el crecimiento de la mandíbula sino que sufre una serie de procesos degenerativos que comienzan por su superficie externa y que le llevan a su resorción.

Las primeras trabéculas óseas en el cuerpo mandibular aparecen en la sexta semana del desarrollo a nivel del ángulo que forman la división del nervio dentario inferior en nervio mentoniano y nervio incisivo. Inicialmente se forma un anillo óseo alrededor del nervio mentoniano que será el futuro agujero mentoniano, situado bajo el germen del canino caduco, y a partir de ahí la osificación se va extendiendo hacia adelante y atrás. Las primeras trabéculas se disponen lateralmente y por fuera del



Figura 11. Corte coronal de un embrión de 8 semanas. Por fuera del cartílago de Meckel (M) aparecen la osificación mandibular en forma de dos tablas unidas en "Y". La tabla externa deja ver el agujero mentoniano (F) y, en su proximidad, el nervio mentoniano. Modificado de Rodríguez-Vazquez y col., 1997.

cartílago de Meckel primero de forma aislada, más tarde reunidas formando una membrana ósea de tipo embrionario que será reemplazado por tejido óseo laminar. Se forma así la membrana ósea externa o lámina externa de la mandíbula. A continuación y desde el borde inferior de esta membrana externa crece verticalmente una prolongación, medial a esta lámina y al propio cartílago de Meckel que será la membrana ósea interna o lámina interna. En este momento del desarrollo, el esbozo de la mandíbula (figura 11) aparece como un canal abierto hacia arriba, constituido por dos laminas unidas por su base: las láminas externa e interna en cuya concavidad se sitúan de abajo hacia arriba: la vena de Serres, el paquete vásculonervioso dentario inferior y los folículos dentarios en desarrollo. La vena de Serres sirve de aporte energético al tejido formador de la mandíbula y a partir del tercer mes del desarrollo va aislada de los otros elementos porque las trabéculas óseas le forman un conducto en la base de la mandíbula.

Cada mitad mandibular es osificada a partir de un centro de osificación que aparece cerca del agujero mentoniano (fig. 12), desde donde la osificación se expande medial y postero-cranealmente para formar el cuerpo y la rama de la mandíbula, primero debajo y luego alrededor del nervio alveolar inferior y de su rama incisiva, para finalmente, extenderse hacia arriba, formando inicialmente depresiones y más tarde criptas para los dientes en desarrollo.

Ambas láminas, externa e interna, en su expansión medial o anterior llegan a ocupar la sínfisis mandibular a la octava semana del desarrollo, donde el cartílago de Meckel queda incluido entre ambas

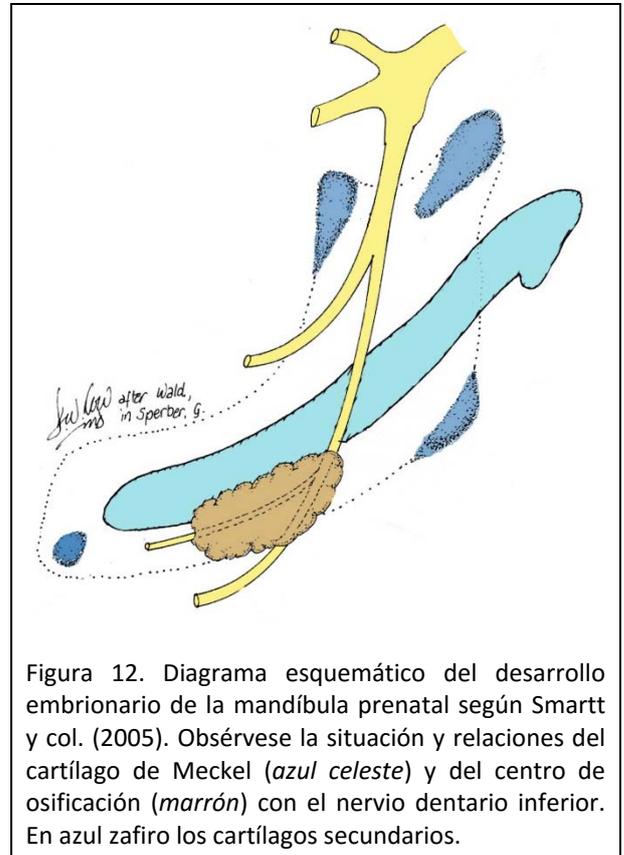


Figura 12. Diagrama esquemático del desarrollo embrionario de la mandíbula prenatal según Smartt y col. (2005). Obsérvese la situación y relaciones del cartílago de Meckel (azul celeste) y del centro de osificación (marrón) con el nervio dentario inferior. En azul zafiro los cartílagos secundarios.

láminas. A medida que se desarrolla el tejido óseo en el cuerpo de la mandíbula el cartílago de Meckel sufre regresión, desapareciendo del cuerpo mandibular mientras persiste en la sínfisis. En la zona que será ocupada por la rama de la mandíbula el cartílago de Meckel se transformará en ligamento esfenomaxilar.

El cuerpo mandibular termina donde el paquete vásculo-nervioso dentario inferior se desvía bruscamente hacia arriba. Ahí comenzará a formarse la rama ascendente que seguirá relacionándose con el paquete y perdiendo su relación con el cartílago de Meckel.

Hacia el tercer mes del desarrollo surgen en el tejido conjunto mandibular otros cartílagos que al no derivar del primitivo o de Meckel, se denominan

cartílagos secundarios (fig. 12). En las proximidades de la bifurcación del nervio mandibular en sus ramas dentaria inferior y lingual surge una condensación mesenquimatosa densa de tipo protocondral que se diferenciará en tres cartílagos: coronoideo, condilar y angular los cuales se ubican en las zonas donde tomarán inserción los músculos masticatorios, estableciéndose así una interrelación que se manifestará como una función inductora conducente a la maduración de ambos elementos anatómicos.

Un cuarto cartílago, derivado del propio cartílago de Meckel, aparece en la unión de las dos hemimandíbulas y forma el cartílago sínfisario. También puede surgir bajo la perspectiva de varios nódulos cartilagosos a ambos lados de la sínfisis mentoniana que hacia el séptimo mes de vida intrauterina se osifican y forman varios huesecillos mentonianos que acaban fundiéndose a la sínfisis a finales del primer año de vida (Abramovich, 1997).

Los cartílagos angular y coronoideo contribuyen a la formación y osificación de la apófisis coronoides y del gonion o ángulo de la mandíbula y desaparecen como tales cartílagos en el feto a término. Por su parte, el cartílago condilar o condíleo es el más desarrollado, el que en mayor grado participa en el desarrollo de la rama y del crecimiento mandibular y el que persiste hasta la pubertad. De este cartílago se originan constituyentes de la articulación temporomandibular, como el cóndilo de la mandíbula, el disco intraarticular y la superficie articular del temporal. La osificación endocondral del cartílago condíleo determina el desplazamiento hacia arriba y hacia atrás de la rama ascendente de la mandíbula.

Después de la formación de los componentes primarios de la mandíbula, el crecimiento de la propia estructura mandibular es paralelo a la tasa de edad gestacional y al peso fetal (Berraquero y col. 1995).

C) Desarrollo embrionario del conducto dentario inferior (CDI) o conducto mandibular humano.

A pesar de existir abundante bibliografía sobre el desarrollo mandibular, siguen siendo escasos los trabajos relacionados con la ontogenia del conducto mandibular. Entre éstos cabe destacar los publicados por Sicher y Pohl, 1934; Bollobas, 1982; Orliaguet y col. 1993, 1994; Chávez-Lameli y col. 1996; Rodríguez Vázquez y col. 1997; Fernández Coppel, 2011; Shiozaky y col. 2013. Se sabe que en el cuarto mes de la vida fetal el canal no se ha separado de los alveolos y el agujero mentoniano aún no ha aparecido (Bollobas, 1981).

Para Sicher y Pohl (1934) en la 7ª semana del desarrollo se observan la separación desde el ganglio de Gasser de las tres ramas del nervio trigémino, incluido también el nervio dentario inferior, pero el conducto óseo que rodea al nervio solo se desarrolla a partir de la segunda mitad de la vida intrauterina y lo hace de forma gradual.

Durante el 4º mes de desarrollo existe un canal mandibular que no se ha transformado aún en conducto porque le falta separarse de la apófisis alveolar y tampoco han aparecido las foraminas en el techo del conducto (Bollobas, 1982).

El orificio mentoniano surge como una dehiscencia de la tabla externa de la osificación del cuerpo mandibular a nivel del germen dentario del canino caduco y su morfología es cambiante, con tendencia a reabsorber su diámetro durante el periodo fetal.

El conducto mandibular formado durante el segundo trimestre del desarrollo aparece como un canal abierto hacia arriba y dispuesto en el mesénquima que rellena el espacio entre las dos tablas de osificación mandibular y recubierto

cranealmente por la lámina dental evolucionando hacia la constitución y maduración de los gérmenes dentarios caducos mandibulares que contribuyen en este periodo a la formación del proceso alveolar del cuerpo mandibular.

Por el canal mandibular embrionario caminan el nervio dentario inferior y en posición craneomedial discurre la arteria dentaria inferior. A partir del 5º mes del desarrollo estos elementos van envueltos por un tejido fibroso que incluso en el 60% de los casos estudiados por Bollobás (1982) llega a osificarse y a separar ambos reparos anatómicos.

En la base del cuerpo de la mandíbula se desarrolla un conducto paralelo al surco o canal mandibular por donde transcurre la vena de Serres, de gran importancia en el desarrollo inicial de la mandíbula pero que después del nacimiento acaba desapareciendo tanto ella como su conducto.

Por detrás de la lámina dentaria, donde se constituye la rama de la mandíbula, aparece a partir del cuarto mes del desarrollo un núcleo de osificación intramembranoso, independiente del cartílago de Meckel, que formará la línula. Este centro surge a nivel en el que se desprende el nervio milohioideo del nervio dentario inferior y se forma antes del completo desarrollo del foramen mandibular, el cual es inicialmente circular pero después se alarga verticalmente ovalándose antes del nacimiento.

Estudios realizados en el periodo perinatal siguen sin demostrar la presencia de un techo que separa el canal mandibular del proceso alveolar y, por tanto, de transformar el canal en conducto mandibular, si bien se considera que es en esta etapa final de la vida intrauterina cuando surgen los tabiques verticales que incrustados entre los folículos dentales en desarrollo separarán los alveolos y un

poco más tarde se constituirá un tabique horizontal que separa los folículos dentales del paquete vasculonervioso dentario inferior y completan la formación de un conducto de dimensiones amplias inicialmente que es ya el conducto mandibular el cual transcurre entre el orificio mandibular de la rama ascendente y el agujero mentoniano del cuerpo mandibular (Abramovich, 1997).

En los primeros meses de vida, se detecta en las mandíbulas neonatales la presencia de un conducto mandibular muy amplio o, incluso, trabéculas óseas que dividen al conducto en varios compartimentos por donde circulan entre dos y tres ramas de división del nervio dentario inferior (Chavez-Lameli y col. 1996; Shiozaky y col. 2013). En la semana 24 del desarrollo fetal, el nervio dentario inferior está constituido, al menos, por tres ramas nerviosas desarrolladas en periodos diferentes y que poco a poco van quedando encerradas en el tejido óseo mandibular. La más anterior alcanza los gérmenes dentarios incisivos, la media corresponde a la que saldrá por el foramen mentoniano y la tercera se dirige hacia el germen del primer molar permanente, visible ya en la semana 30 de la vida intrauterina (Kjaer y col. 1999; Infante Contreras, 2009).

Probablemente los futuros procesos de resorción y de reposición ósea en la mandíbula lleven en la mayoría de los casos a configurar un solo conducto mandibular con dimensiones internas proporcionalmente menores a las presentadas inicialmente en la constitución de dicho conducto.

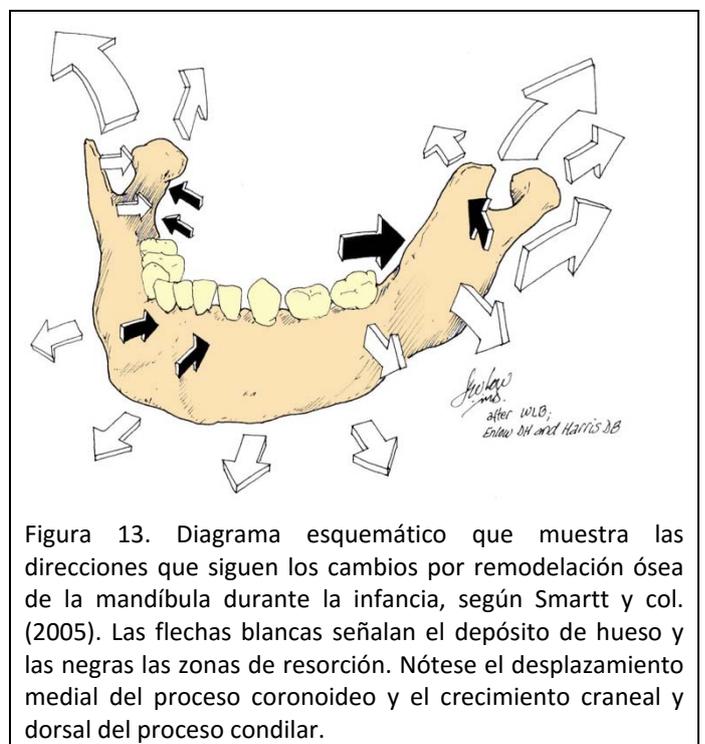
En relación con las dimensiones de los huesos de la cara y de la mandíbula, el tamaño relativo de los forámenes es mayor en el feto que en el adulto.

El desarrollo de la mandíbula que tiene lugar después del nacimiento así como la involución que acaece durante la senectud afectan al trazado y disposición del conducto mandibular en el interior de la mandíbula (Standring, 2005).

Las modificaciones en el desarrollo mandibular comienzan en el primer año de vida. Tras el nacimiento y durante los primeros meses postnatales las dos hemimandíbulas están unidas en sus extremos mediales, cartilaginosos, por tejido fibroso a manera de sínfisis mientras el cuerpo se asemeja a una concha ósea que contiene los alveolos de los dientes caducos separados por tabiques verticales incompletos. El conducto dentario inferior (CDI) discurre próximo al borde inferior y el foramen mentoniano se abre por debajo del germen dentario del primer molar caduco. El proceso coronoideo se proyecta por encima del conducto mandibular

En el periodo que va entre el primer y tercer año postnatal, el cuerpo mandibular se alarga especialmente detrás del foramen mentoniano, generando así espacio para otros tres dientes. Además, el propio foramen mentoniano cambia de aspecto y en lugar de ser una abertura dirigida hacia adelante pasa a abrirse hacia atrás, como ocurre en las mandíbulas adultas.

Durante este periodo la mandíbula crece en altura, longitud y anchura (Smartt y col. 2005; Standring, 2005).



El crecimiento en altura del cuerpo mandibular se debe a la formación de hueso alveolar asociada con el desarrollo y erupción de los dientes caducos. También influye, aunque en menor cuantía, el depósito óseo que tiene lugar en el borde inferior del cuerpo mandibular.

El incremento en longitud de la mandíbula está acompañado por depósito óseo sobre la superficie posterior de la rama mandibular acompañada de resorción compensatoria sobre la superficie anterior.

El aumento en anchura de la mandíbula es producido por depósito de hueso sobre la superficie externa de la mandíbula.

De forma concomitante al crecimiento del cuerpo ocurre otro tanto con el tamaño de la rama mandibular.

En el tercer año de vida, el CDI está situado justo por encima del nivel de la línea milohioidea.

A los 5 y 6 años, las dos partes principales de la mandíbula (el cuerpo y la rama) son entidades anatómicas diferentes con crecimientos independientes pero en paralelo con los cambios que ocurren en el crecimiento global de la cara. Estos cambios son necesarios para acomodar el desarrollo de los dientes molares permanentes y para adaptar la mandíbula al crecimiento del maxilar superior de manera que constituyen la base para una oclusión adecuada (Kurihara y col. 1980; Enlow, 1982).

Entre los 10 y 12 años, el crecimiento mandibular se va completando y como en los adultos, las regiones alveolar y subalveolar son de igual proporción, lo que da un aspecto más rectangular al cuerpo mandibular y la rama se orienta más

vertical, formando con el cuerpo un ángulo de 110 a 120°. El CDI discurre equidistante de los bordes superior e inferior del cuerpo mandibular, habiendo ascendido considerablemente desde su desarrollo inicial, próximo al borde inferior de la mandíbula. También el foramen mentoniano asume su posición en el adulto, por debajo del primero o segundo premolar y orientado de manera pósterosuperior (Moss, 1960; Coqueugniot y Mingugh-Purvis, 2003, Lipski y col., 2013).



Figura 14. Series en visión lateral (*arriba*) y superior (*abajo*) de mandíbulas fetales y de niños hasta los 4,5 años, según Infante Contreras (2009). Obsérvese el desarrollo progresivo del cuerpo y de la apófisis alveolar, así como las modificaciones en la rama.

En los adultos, como ocurre en los sujetos a partir de los 12 años: las regiones alveolar y subalveolar son idénticas en profundidad; el foramen mentoniano se encuentra equidistante de los dos bordes de la mandíbula y el CDI discurre paralelo a la línea milohioidea. Además, en un 9 % de casos, existen foraminas mentonianas múltiples, en número de dos o tres (Azaz y Lustmann, 1973).

En la senectud y cuando los dientes se perdieron (mandíbula edéntula) el hueso alveolar se reabsorbe en grado variable (Levelle, 1985; Polland y col. 2001) y

tanto el CDI como el foramen mentoniano cambian su situación con respecto a los bordes del cuerpo mandibular. Al menos en la mitad de los casos de mandíbulas edéntulas, el CDI se halla más cercano del borde superior (Kieser y col. 2004), e incluso puede desaparecer con lo que su contenido neurovascular discurre justo bajo la mucosa oral (Gabriel, 1958; Standring, 2005).

2.2 Anatomía macroscópica del conducto mandibular o CDI

En este apartado abordaremos la descripción anatómica del CDI y de sus principales variantes.

Contemplaremos en este capítulo dos secciones:

1.- Una breve reseña histórica de la anatomía de la mandíbula, en general, y del conducto mandibular o CDI, en particular. Después pasaremos a:

2.- La descripción anatómica y radiológica del CDI y de sus variantes.

2.2.1. Reseña histórica de la mandíbula y del CDI (*canalis mandibulae*):

La anatomía de la mandíbula humana ha sido descrita por numerosos anatomistas, desde los egipcios hasta la actualidad y no siempre se llamó mandíbula. Así, Celsus (siglo I a.C.) empleó la palabra "*maxilla*" diferenciándola del maxilar superior al que denominaba "*os malarum*" (hueso de las mejillas); Plinio emplea los términos "*maxillas superioris e inferioris*" que siguen apareciendo en *Humanis Corporis Fabrica* de Vesalio. Se debe a Henle los términos de mandíbula, empleado para el maxilar inferior y maxilar para el maxilar superior y será ya la Nómima Anatómica de Basilea quien siga su ejemplo, continuándolo el resto de Nóminas hasta nuestros días (Barcia Goyanes, 1978; Terminología Anatómica,

2001). Las primeras Anatomías en castellano emplean únicamente el nombre de "quixada" (quijada) y así, Montaña de Monserrat habla de *quixada alta* y *quixada baja* y Valverde de Hamusco describe la "*quijada de arriba*" y la "*quijada de abajo*".

Los grandes tratados de Anatomía y Odontología del siglo XX y de la primera década del XXI (Orts-Llorca, 1963; Testut y Latarjet 1975; Williams y Warwick 1985; Amat, 1990; Figún y Garino, 2001; Latarjet y col. 2004; Rouviere y Delmas, 2005; Benningoff y Drenckhahn, 2009; Lippert 2010; Moore y col. 2013) señalan que la mandíbula está formada por un hueso basal que presta origen a la musculatura masticadora y soporta al hueso alveolar encargado de contener las piezas dentarias en él articuladas (Lindhe 2005; Misch, 2006; Suazo y col. 2007) y que consta de un cuerpo dispuesto horizontalmente y de dos ramas situadas en posición vertical. Además, la mandíbula contiene interiormente un conducto que la recorre parcialmente en sentido longitudinal, llamado conducto mandibular (*canalis mandibulae*), también denominado por autores clásicos como conducto dentario.

Este conducto ya fue descrito en castellano antiguo por Valverde de Hamusco en el capítulo VI (*De la quijada de abajo*) de su libro *Historia de la composición del cuerpo humano* (edición facsímil, 1985) en el que transcribe: "*la quijada de abajo tiene dos agujerillos a cada lado, uno que comienza en la parte de dentro, cerca de las salidas superiores (en referencia a lo que hoy conocemos como apófisis coronoides y cabeza de la mandíbula o cóndilo) y responde en la parte de fuera al fin del labio, entre la raíz de un colmillo y la muela que está cabe él. Estos agujeros al principio son mayores y menos redondos, y por cada uno de ellos entra un ramo del tercer par de niervos que (como diremos) va a las raíces de los dientes, acompañado de una vena y una arteria, y sale por el fin del que se muestra en la parte de fuera y es muy menor, partiéndose en diversos ramillos que se esparcen*

por el labio de abajo". Descripción que no está lejos de la realizada por múltiples anatomistas de los últimos tiempos.

2.2.2 Descripción anatómica y radiológica del CDI y de sus variantes en el adulto.

A. Descripción anatómica.

La descripción anatómica macroscópica del CDI ha sido entresacada de diversas obras clásicas (Olivier, 1929; Spateholz, 1974; Testut y Latarjet, 1975; Ries Centeno, 1975; Reich, 1980; Williams y Warwick, 1985; Amat, 1990, 2007; Rouviere y Delmas, 2005; Standring, 2005; Benningoff y Drenckhahn, 2009; Lippert 2010).

Con pequeñas variaciones, los textos clásicos y modernos de Anatomía se refieren al *canalis mandibulae* como el conducto que se origina en la cara medial de la rama mandibular, protegido ventral y medialmente por una línula (espina de Spix o *línula mandibulae*). Desde este orificio que tiene 6-8 mm de diámetro, el conducto desciende por el tejido esponjoso del hueso en dirección caudo-ventral siguiendo una curva de concavidad anterosuperior a un centímetro de la base de la mandíbula hasta cerca del foramen mentoniano; aquí se divide en dos ramas: una externa y de mayor calibre que se dobla sobre sí misma en ángulo agudo y con el nombre de "conducto mentoniano" (*canalis mentalis*) se dirige de delante hacia detrás, de abajo hacia arriba y de dentro hacia fuera y tras recorrer un trayecto de 3-6 mm desemboca en el agujero mentoniano (*foramen mentalis*); y otra, interna, que se dobla en arco siguiendo la curvatura mandibular y se dirige con el nombre de "conducto incisivo" (*canalis incisivus*), hasta las proximidades de las sínfisis mandibular. Este conducto es inconstante y no es admitido por todos los autores (Olivier, 1929; Lipski y col., 2013).

Desde el orificio mandibular hasta el orificio mentoniano, en la curva del CDI pueden diferenciarse dos segmentos: uno posterior, situado en la rama de la mandíbula, dirigido oblicuamente hacia abajo, adelante y, ligeramente, hacia dentro, y otro anterior, horizontal, en el espesor del cuerpo mandibular y dirigido hacia delante y hacia fuera que llega hasta el agujero mentoniano y sin apenas cambios en su calibre.

En el cuerpo de la mandíbula, el CDI se encuentra limitado por una fina capa de tejido compacto rodeado de tejido esponjoso.

En sentido buco-lingual, el CDI sigue un recorrido en "S" desde el foramen mandibular hasta el agujero mentoniano, situándose más hacia el lado lingual de la mandíbula (Reich, 1980).

Las relaciones del CDI con la mandíbula y con los dientes mandibulares varía en función de la edad, siendo diferentes en el recién nacido, en el niño y en el adolescente con respecto al adulto. A continuación daremos algunos datos referidos al adulto.

En el trayecto por el cuerpo mandibular el CDI se halla situado a 8-9 mm por encima del borde inferior. En un corte frontal tiene aspecto de un círculo o de un óvalo de 2 a 3 mm de diámetro. El CDI pasa algunos milímetros por debajo de los ápices dentarios. Existen casos en que el conducto es lateral, lingual o bucal con respecto a las raíces dentarias. La mayor distancia a cara externa mandibular tiene lugar cuando el CDI pasa por la zona del primero y segundo molares permanente (Reich, 1980).

En el trayecto del CDI y por debajo del borde alveolar salen del conducto mandibular en dirección ascendente, finos "canalículos alveolares ascendentes" o

canalículos radiculares, que se distribuyen fundamentalmente por las raíces de los dientes molares y premolares así como hacia el tejido óseo y parodontal.

B. Descripción radiológica.

En las radiografías simples y en las panorámicas, el CDI se aprecia como un trazo radiolúcido formado por dos líneas paralelas que están constituidas por una cortical nítida rodeadas por tejido óseo esponjoso normal (Richards, 1953).

En la radiografía de una mandíbula aislada, se observa el inicio del CDI en forma de un amplio infundíbulo (correspondiente al agujero mandibular) y su continuación en forma curvada hacia abajo y adelante hasta las proximidades del tercer molar; corre horizontalmente por debajo de los molares primero y segundo para hacerse ascendente a nivel del segundo premolar y va a terminar en una imagen circular que corresponde al agujero mentoniano.

Con menor frecuencia se aprecia una prolongación incisal (conducto incisal) menos precisa, descendiendo del agujero mentoniano y perdiéndose casi inmediatamente en el trabeculado óseo (Gómez Mattaldi, 1968).

Existe abundante y dispersa bibliografía acerca de las variaciones tanto anatómicas como radiológicas del CDI y del nervio alveolar inferior relacionadas con su trayecto y recorrido (como multiconductos y modos de división del nervio o relaciones con los ápices de las raíces de los dientes inferiores) y variaciones en forma, número y disposición de los orificios del CDI (mandibular, mentoniano y foraminas accesorias).

Entre la amalgama de trabajos publicados en este sentido, hemos seleccionado las revisiones y monografías publicadas en los últimos cinco años (Juodzbaly y col.

2010, Juodzbaly y Wang 2010; Mizbah y col. 2012; Rodella y col. 2012; Lin y col. 2014; Shiozaki y col. 2014) y algunas monografías sobre el CDI cuyo contenido sigue vigente (Antolin Gómez, 1989; Granollers-Torrens y col. 1997; Krarup y col. 2005; Claeys y Wancens, 2005). Así mismo, se ha tenido en cuenta el material utilizado para conocer las variaciones anatómicas: muestras cadavéricas y material de osteoteca frente a las muestras in vivo realizadas con técnicas radiológicas convencionales (radiografía simple y panorámicas) y con técnicas de imagen digitales (TC, CBCT, dentascan, etc.).

El objetivo de la mayoría de las publicaciones revisadas sobre el CDI fue conocer las variaciones que afectaban al conducto y a su contenido, en especial al nervio alveolar inferior puesto que su conocimiento es eminentemente aplicativo y esencial para la práctica quirúrgica y odontológica en la región mandibular.

Las relaciones del CDI con los bordes y caras del cuerpo mandibular sufren modificaciones importantes en el hueso senil debidas a los cambios estructurales y a la disminución de los diámetros del hueso. El diploe o tejido esponjoso disminuye de volumen por lo que el CDI queda situado más próximo a los bordes y caras del cuerpo mandibular (Franks y Hedegård, 1976), si bien las proporciones de estas medidas se mantienen como en el adulto, excepto con relación al borde superior donde se reducen drásticamente por la pérdida del hueso alveolar (Carchio, 1937). Además, por delante del agujero mentoniano se pierde el conducto incisivo macroscópicamente y el diploe de la porción anterior del arco mandibular, situado entre ambos orificios mentonianos, se reemplaza por una trama ósea compacta.

De importancia clínica es la relación del CDI con los dientes mandibulares. El diente que tiene mayores variedades en sus relaciones con el CDI es el tercer molar (Engstroen y Sagne, 1980; Roisin-Chausom, 1984). Pero son tantas las variaciones

entre ápices dentarios y conducto que Sicher (1962) las agrupó y clasificó en tres grupos: La variación más frecuente (tipo I) se caracteriza porque la distancia entre el CDI y los ápices radiculares disminuye lentamente de delante a atrás hasta llegar al tercer molar donde la proximidad es tal que tan solo una delgada capa de tejido esponjoso los separa. En el tipo II, los ápices del tercer molar se hallan a bastante distancia del CDI y en el tipo III, todos los ápices dentarios llegan hasta el CDI.

Otras variaciones con importancia clínica son las que se establecen entre los agujeros mandibular y mentoniano y el CDI. En la mayoría de los casos el agujero mandibular se abre en la parte central de la cara medial de la rama mandibular, por detrás de la lingual (espina de Spix). Por su importancia en la anestesia troncular el orificio mandibular que da inicio al CDI y paso al paquete neurovascular alveolar inferior ha sido ampliamente estudiado tanto en muestras anatómicas como radiológicas (Orliaguet y col. 1993; Mbajorgu, 2000; Oguz y Bozkir, 2002) y se han plasmado las variantes de su morfología y situación con respecto a la raza, sexo y edad de los sujetos estudiados (Muwaniki y Hassanali, 1992; Jerolimov y col. 1998; Mbajorgu, 2000; Keros y col. 2001; Oguz y Bozkir, 2002; Bee y col. 2010).

Existen trabajos que analizan la situación y modificaciones del orificio mandibular con respecto a la línula, a la línea milohioidea, a la cresta temporal, los borde anterior y posterior de la rama, el plano de oclusión de los molares definitivos (para revisión ver Lipski y col. 2013). También se han descrito foraminas mandibulares accesorias en las proximidades del agujero mandibular y la existencia de duplicidad del CDI en la rama mandibular, siendo ésta más frecuente en las mujeres (Sanchis y col. 2003). La mayoría de los orificios de conductos accesorios se localizan en la superficie medial de la rama y contienen ramas libres o anastomóticas procedentes de los nervios bucal, milohioideo o ramas accesorias del alveolar inferior y cuando las foraminas se localizaron en el lado externo de la

rama mandibular, las fibras nerviosas que por ellas penetraban correspondían a fibras procedentes del nervio facial o del nervio cervical transverso (Das y Suri, 2004).

La utilización de técnicas de imagen de nueva generación, como el CBCT (siglas en inglés correspondientes a tomografía computarizada por emisión de haz cónico), han permitido conocer en el vivo la existencia de conductos y orificios mandibulares accesorios (Auluck y col. 2007; Wadhvani y col. 2008; Karamifar y col. 2009; Juodzbalys y col. 2010 y Juodzbalys y Wang 2010; Przystanska y Brusca, 2012) que muestran modificaciones en número y situación en las ramas derechas e izquierdas de las mismas mandíbulas (Lipski y col. 2013). En este mismo sentido existen publicaciones muy recientes (Neves y col. 2014; Haas y col. 2015) que realizan revisiones bibliográficas y meta-análisis sobre las variaciones anatómicas del CDI detectadas mediante radiografías panorámicas, tomografías computarizadas simples (CT) o por emisión de haz cónico.

El CDI finaliza cuando se divide en un corto conducto mentoniano y en un fino e inconstante conducto incisivo. El conducto mentoniano así como el orificio en el que finaliza, el foramen mentoniano, poseen abundantes variaciones en tamaño, forma, localización y dirección de la apertura del orificio. Para detalles sobre las variaciones surgidas en los conductos mentoniano e incisivo y en el agujero mentoniano ver el amplio trabajo publicado por Juodzabalys y col. (2010) en el que, además, desarrolla una dilatada revisión bibliográfica sobre el tema. Del trabajo de los autores y de su revisión destacan las variaciones encontradas en el foramen mentoniano relativas a forma, ubicación y dimensiones que están supeditadas a características individuales pero también a edad, sexo y raza de los sujetos estudiados; existiendo amplias variaciones al comparar edades extremas, como niñez y senectud. También achacan a las técnicas de estudio utilizadas la amplitud

de algunas variaciones, como la presencia del conducto incisivo que iría desde su presencia en un 11% de las radiografías panorámicas analizadas hasta el 92% cuando se estudiaron TC dentales. Además, modifican la clasificación de variaciones de conductos mentonianos realizada por Tebo y Telford (1950) al poder contrastar las variantes del orificio, tanto en el plano horizontal como en el vertical. Así en el plano horizontal, el foramen mentoniano puede localizarse mesial, distal o entre los ápices de las raíces de los premolares; en el plano vertical y en relación con el ápice de los premolares, el orificio puede estar coronal al ápice, en el ápice o apical al ápice.

Importante también desde el punto de vista aplicativo es el conocimiento del contenido del CDI. Por este conducto discurren el paquete vascular alveolar inferior formado por el nervio, la arteria y la vena alveolar inferior.

El nervio se desprende como nervio dentario inferior del tronco posterior de la rama mandibular del nervio trigémino y desciende verticalmente, por fuera del nervio lingual entre los músculos pterigoideos medial y lateral; después en su descenso se sitúa entre el ligamento esfenomandibular y la rama de la mandíbula hasta alcanzar el agujero mandibular e introducirse por él y recorrer el CDI ya como nervio alveolar inferior. En el foramen mandibular el nervio se dispone anterior y medial a la arteria alveolar inferior en el 60% de los casos, en un 20% se localiza lateralmente, en un 10% por detrás de la arteria y en el 10% restante penetran y se desplazan por foraminas y conductos independientes (Serman, 1987; Rodella y col. 2012). En el transcurso del CDI el nervio está colocado bajo la vena alveolar mientras la arteria discurre en una posición más craneal (Serman, 1987; Lew y Townsen, 2006).

El nervio alveolar inferior justo antes de entrar por el agujero mandibular se desprende de la rama motora o nervio milohioideo. En los casos en los que éste nervio se desprende ya desde el interior del CDI, lo hace caminando por un conducto propio, osificado y separado del CDI (Anil y col. 2003; Lipski y col. 2013). Después el nervio puede ser único o dividirse en varias ramas agrupándose las posibles divisiones en cuatro tipos: a) Tipo único que va dando ramas arboriformes a medida que pasa bajo el ápice de los molares y premolares; b) tipo bifurcado, con una rama más gruesa de la que parten las ramitas dentales y otra más fina que se continuará como rama incisiva; c) tipo trifurcado, es la más frecuente, con una rama posterior para los molares, otra media para los premolares y una anterior que constituye el nervio mentoniano y da ramitos para los dientes anteriores, y d) tipo plexiforme con numerosas ramas anastomosadas.

Otra revisión importante y actualizada sobre el nervio alveolar inferior es la realizada por Rodella y col. (2012) en la que se exponen las variantes y relaciones anatómicas con otros elementos vasculares y nerviosos a través de datos obtenidos en muestras anatómicas y radiológicas. El artículo describe las principales variaciones anatómicas encontradas en la bibliografía referentes al nervio alveolar inferior y a sus ramas extra e intramandibulares; los modelos de ramificación del nervio alveolar intramandibular; las relaciones entre el nervio alveolar y la arteria maxilar; las variaciones anatómicas de los nervios mentoniano e incisivo y las comunicaciones y anastomosis nerviosas entre el nervio alveolar inferior y nervios vecinos como el lingual, milohioideo, bucal y aurículotemporal.

3. Planteamiento del trabajo

3.1 Antecedentes

Actualmente para reemplazar un diente, todavía, la elección más empleada es la prótesis fija, que requiere tallar los dientes adyacentes. Indudablemente, no es la mejor manera de rehabilitarlo, ya que la ausencia de raíz dentaria provoca una reabsorción ósea del reborde alveolar por falta de estímulo intraóseo, lo que supone una disminución del volumen óseo tanto vertical como horizontal y movimientos migratorios de los dientes vecinos. Esa reabsorción es más rápida entre los primeros 6 meses y 2 años postextracción, siendo 4 veces mayor la reabsorción en la mandíbula que en el maxilar superior.

Hoy día la colocación de implantes dentales constituye una técnica, cada vez más habitual en la práctica odontológica para la reposición de los dientes perdidos.

El tratamiento de pacientes, sobre todo edéntulos mayores y desde hace años, con reabsorciones severas en sectores posteriores de la mandíbula es uno de los desafíos mayores para toda cirugía implantológica. La base fundamental para su éxito reside en tener un conocimiento anatómico de la máxima exactitud de esa zona mandibular, especialmente del conducto y el paquete neurovascular que alberga en su interior.

Conocer la topografía del nervio dentario inferior con exactitud, precisión y claridad es imprescindible en la práctica cotidiana de la odontología y cirugía maxilofacial, pero también lo es para los neurólogos, radiólogos y patólogos como ayuda al diagnóstico, planificación del tratamiento, administración de anestesia y actuaciones quirúrgicas. Entre éstas destacan la colocación de implantes, los injertos de rama o cuerpo de la mandíbula, la exodoncia de cordales incluidos, las osteotomías sagitales de rama, la transposición del nervio y la colocación de

microtornillos para ortodoncias. Todas estas técnicas suponen un riesgo de daño para el nervio alveolar inferior y sus ramas, en cualquier edad del paciente pero más aún en personas con edad avanzada y edéntulos (Polland y col. 2001; Bell, 2004, Kieser y col. 2004; Mizbah y col. 2012; Lin y col. 2014; Azcárate-Velazquez y col. 2015).

Este interés por el conocimiento del conducto y de su contenido aumenta cuando se bucea en los datos bibliográficos que señalan una gran variabilidad en el curso, disposición y relaciones de estos elementos después de estudios anatómicos en cadáveres (Olivier, 1928; Carter y Keen, 1971; Wadu y col. 1997; Kieser y col. 2004) y con técnicas radiológicas convencionales y avanzadas (para revisión ver Rouas y col. 2007; Fukami y col. 2012; Neves y col. 2012; Haas y col. 2015).

Por todo lo que antecede, consideramos que el objetivo principal de nuestro trabajo es centrarnos en el estudio y conocimiento anatómico detallado del CDI y de su contenido neurovascular haciendo especial hincapié en las relaciones morfológicas y morfométricas que estos reparos anatómicos mantienen con tres zonas del cuerpo de la mandíbula: a la altura del tercer molar, a nivel del primer molar y en el agujero mentoniano y en rangos de edades que van entre 18-40, 40-60 y más de 60 años.

La elección de los tres puntos reseñados se debe a que el nivel mandibular correspondiente al tercer molar adquiere relevancia en el bloqueo troncal del nervio alveolar inferior (anestesia “troncular”), nombre que se ha impuesto popularmente, y que en la actualidad constituye una técnica habitual en numerosas actuaciones odontológicas, especialmente en implantología de la mandíbula. También es interesante el estudio de esta zona porque la patología del

tercer molar adquiere muchas veces un papel protagonista y supone un reto importante cuando se efectúa exodoncia quirúrgica de un cordal inferior incluido.

A nivel del primer molar es importante la localización exacta del conducto dentario inferior porque es la zona donde más interviene el cirujano oral, a la hora de reponer las piezas dentarias mediante implantes y donde se requiere una correcta interpretación radiográfica.

La zona mandibular correspondiente al agujero mentoniano adquiere importancia relevante en la recesión gingival, en especial en mujeres con más de 45 años y con menopausia, ya que en estas circunstancias el porcentaje de recesión gingival en el sector anterior llega a alcanzar el 81% (Konstantinos y col. 2007).

3.2 Objetivos principales

El objetivo primordial de este estudio es comparar los datos morfológicos y morfométricos del CDI en las áreas señaladas, entre población normal mayor de 45 años y población del mismo rango de edad que sufre osteoporosis. Además se cotejarán los datos obtenidos en pacientes de nuestro entorno geográfico que acuden a consultas de odontología y de cirugía maxilofacial de Salamanca con los datos obtenidos en distintas zonas geográficas nacionales e internacionales, referenciados en la bibliografía manejada.

Los rangos de edades han sido elegidos porque de los 18 a los 40 años, es la edad principal para la exodoncia del tercer molar, de los 40 a los 60 años, es la edad donde mayor colocación de implantes se realiza y con más de 60 años, porque es una edad donde se sigue realizando una gran cantidad de cirugía de implantes y es donde hay una mayor alteración a nivel óseo.

Otro de los objetivos del estudio es valorar las diferencias existentes en las mujeres con más de 45 años y con osteoporosis, por la dificultad que conlleva en las exodoncias y en las cirugías de reposición de piezas, ya que se observa un descenso acusado de la densidad ósea en el cuerpo mandibular debido a que las trabéculas óseas son más grandes y más radiolúcidas, lo que repercute en la estabilidad primaria del implante, según estudios de Marquezan y col. (2011).

Paralelamente al estudio morfológico y morfométrico de las áreas mandibulares anteriormente reseñadas y de su análisis comparativo con pacientes osteoporóticos, en este trabajo de Tesis Doctoral nos hemos planteado profundizar en el conocimiento anatómico de las variantes que presenta el CDI a lo largo del desarrollo intraútero y postnatal, con especial referencia a los cambios debidos a la edad, sexo, etnias y localizaciones geográficas (Wadu y col. 1997; Kieser y col. 2004; Mizbah y col. 2012; Lin y col. 2014; Azcárate-Velazquez y col. 2015).

Por eso, nos hemos planteado una serie de objetivos secundarios:

3.3 Objetivos secundarios.

1.- Llevar a cabo una amplia y profunda revisión bibliográfica sobre el CDI y sus relaciones con los dientes mandibulares, efectuando búsquedas en las principales bases de datos médicas: Medline, PubMed y Google académico así como en las revistas científicas que sobre Anatomía y Odontología existen en las bibliotecas de la Universidad de Salamanca y del Complejo Asistencial Universitario de Salamanca.

2.- Realizar un estudio ontogénico durante el periodo embrionario (4ª a 8ª semanas del desarrollo postfecundación), de la mandíbula y del CDI.

3.- Analizar los datos anatómicos que nos presta la disección en cadáveres y el estudio en mandíbulas secas sobre el trayecto, relaciones y contenido del CDI, utilizando sujetos con dentadura entera o parcial y en especímenes edéntulos, para valorar las diferencias con respecto al estado de dentición.

4.- Averiguar si los datos bibliográficos obtenidos, relativos a las variaciones radiológicas del CDI, en especial la presencia de bifurcación o trifurcación del conducto, son coincidentes con los estudios que realicemos sobre soporte radiológico convencional y avanzado.

4. Material y Métodos

4.1 Material y Métodos del Objetivo Principal.

Para la elaboración de este trabajo de investigación, se han utilizado 225 radiografías dentales, de las cuales fueron desechadas 5 (2%), por los siguientes motivos:

1.- técnica radiológica incorrecta, en este caso 3 radiografías.

2.- Por falta de datos estadísticos en la historia clínica, como son sexo o edad, en este caso 2 radiografías.

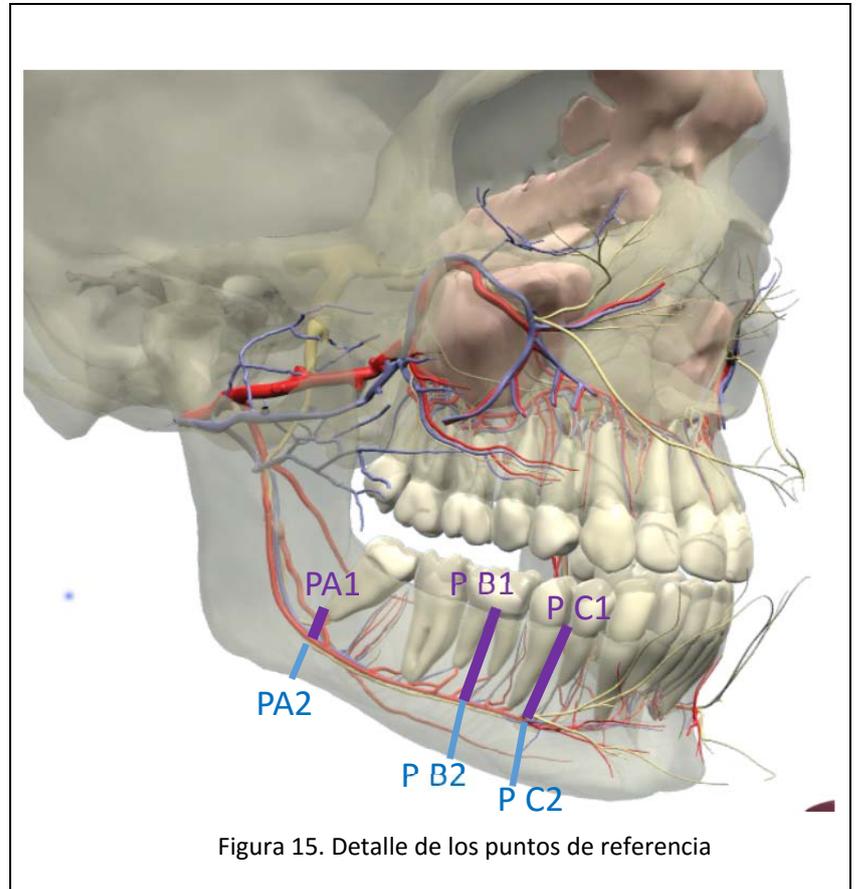


Figura 15. Detalle de los puntos de referencia

Para este estudio se ha utilizado la técnica de radiografía extraoral, panorámica u ortopantomografía en el 87% de los casos,(el 13% restante fueron TAC) en la cual la película sensible se sitúa por fuera de la cavidad bucal. Usamos esta técnica porque para las mediciones que vamos a realizar es la más idónea por varias razones:

1.- Porque es la más utilizada tanto en odontología como en cirugía bucal.

2.- Porque nos permite realizar todas nuestras mediciones y tener una referencia real de nuestros puntos de estudio, que son los siguientes:

En cada estudio se determinaron los puntos descritos anteriormente (tabla.1) en base al método propuesto por Taguchi y Tsuda (Taguchi y col. 2006). (Fig. 15)

Tabla 1. Descripción puntos de estudio	
A1	Distancia entre la parte superior del conducto dentario inferior y ápice del tercer molar inferior del lado derecho/izquierdo
A2	Distancia entre la parte inferior del conducto dentario inferior y del borde inferior mandibular, del lado derecho/izquierdo
DA	Distancia entre la parte superior del conducto dentario inferior y la parte inferior de dicho conducto del lado derecho/izquierdo
B1	Distancia entre la parte superior del conducto dentario inferior y la parte superior de la mandíbula, a la altura del primer molar inferior del lado derecho/izquierdo
B2	Distancia entre la parte inferior del conducto dentario inferior y la parte inferior de la mandíbula a la altura del primer molar inferior derecho/izquierdo
DB	Distancia entre la parte inferior del conducto dentario inferior y la parte superior de dicho conducto derecho/izquierdo
C1	Distancia entre la parte superior de la mandíbula y parte superior del conducto dentario inferior a la altura del agujero mentoniano del lado derecho/izquierdo
C2	Distancia entre la parte inferior de la mandíbula y la parte inferior del conducto dentario inferior a la altura del agujero mentoniano del lado derecho/izquierdo
DC	Distancia entre la parte inferior del conducto dentario inferior y la parte superior de dicho conducto derecho, a la altura del agujero mentoniano

En cuanto a los equipos radiológicos utilizados para las ortopantomografías son: **Planmeca ProMax 2D S3**, siendo un equipo digital, con la ventaja de una menor exposición de radiación para el paciente.



Figura 16: imagen recogida de la pagina oficial de planmeca, equipo de radiología.

En el otro 13% de radiografías realizadas utilizamos TAC en 3D con el siguiente aparato (Fig. 16): Planmeca-ProMax-3D-S, equipo de tomografía computerizada de haz cónico (CBCT) que permite al ser digital y gracias a su software hacer unos cortes en 3 dimensiones y así poder realizar unas medidas precisas para el estudio y un mejor diagnóstico para el estudio del tratamiento.

Según estos factores hemos tenido en cuenta a 2 pacientes con menos de 18 años, a 37 con edades comprendidas entre los 18 y los 40 años, a 76 con edades entre los 40 y los 60 y, finalmente, a 93 con más de 60 años; en cuanto a la incidencia de osteoporosis nos hemos centrado exclusivamente en mujeres con más de 45 años. En nuestro estudio fueron 47 personas.

En los casos estudiados con osteoporosis, hemos tenido en cuenta, a parte de los puntos anteriores, otros puntos estudiados con nuevas técnicas radiológicas, como es el CBCT (cone- beam computed tomography), que son, los descritos en las tablas adjuntas (tablas 5 y 6).

También hemos empleado 4 cadáveres del Departamento de Anatomía de la Universidad de Medicina de Salamanca y 4 huesos mandíbulas secas procedentes de la osteoteca del Departamento de Anatomía de la Universidad de Salamanca (Fig.17). La metodología utilizada para la disección y cortes de mandíbula secas se refleja en el siguiente subapartado.

En referencia a los programas utilizados para la interpretación y manejo de los datos han sido los siguientes: Microsoft Word y Excel para Mac, cuyas versiones son 14.5.1 del año 2011. Para la reconstrucción panorámica y de los cortes seccionales se utilizó el software de planmeca versión 2012;



Figura 17. Detalle de una mandíbula del Departamento de Anatomía de la Universidad de Salamanca

para la toma de radiografías se utilizó una cámara réflex Canon modelo EOS 450D, y con un objetivo macro 100 mm automático ultrasonic, con un flash gran angular de la misma casa, modelo MR-14 EX.

Para la interpretación de los datos obtenidos, se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

1.- Rangos de edad comprendidos según necesidades

A: de 18 a 40 años (la edad en la que más exodóncias de muelas de juicio se realizan).

B: de 40 a 60 años, periodo en el que se realizan un porcentaje mayor de cirugías de implantes, siendo el primer molar la zona de mayor incidencia.

C: mayores de 60 años, donde se identifica una mayor variación en el trayecto del conducto dentario inferior, y a la vez el porcentaje de cirugía de implantes es importante.

Otro factor que hemos tenido en cuenta en nuestro estudio, ha sido la

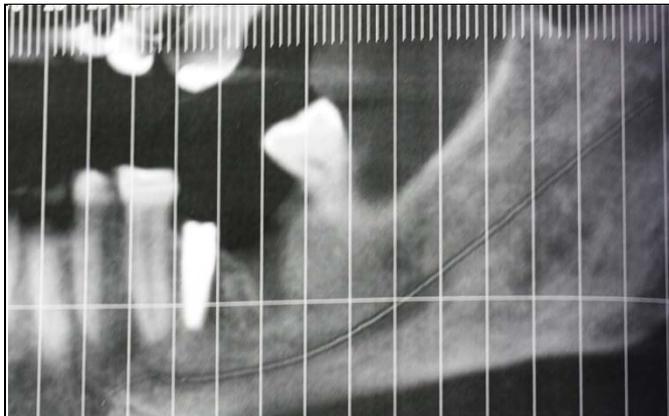


Figura 18. Mujer con osteoporosis de 67 años. Obsérvese detalle trabeculado óseo.

recesión gingival, en este caso nos hemos centrado en mujeres de más de 45 años y con otro factor importante, que es tener la menopausia, el porcentaje con recesión gingival en el sector anterior es del 81% es decir 38 de las 47 mujeres estudiadas, que según

Konstantinos y col.2007, es otro índice a tener en cuenta en el estudio para evaluar si una paciente sufre osteoporosis (Fig.18).

4.2 Material y Métodos de los Objetivos Secundarios

4.2.1 Búsqueda y rastreo bibliográfico:

Se utilizaron las bases de datos relacionadas con ciencias de la salud: Medline, PubMed, Google académico. En todas ellas, se revisó su contenido hasta el año 2015, introduciendo palabras clave, referentes a los principales reparos y técnicas anatómicas empleadas en nuestro trabajo: mandíbula, conducto mandibular, conducto dentario inferior, ortopantomografías, CBCT, osteoporosis, variaciones anatómicas, paquete neurovascular alveolar inferior, entre otras.

Se obtuvieron los “abstracts” de las fichas referenciadas y una vez cotejado su interés y validez se procedió a la obtención del artículo completo en formato “pdf”.

Además y de forma manual se revisaron las revistas científicas existentes en la biblioteca de la Facultad de Medicina de la USAL y del Complejo Asistencial Universitario de Salamanca, para localizar y extraer los artículos relacionados con el tema de Tesis Doctoral.

En todo momento se tuvo en cuenta la Nomenclatura o Terminología Anatómica, si bien ocasionalmente se utilizaron sinónimos de los términos anatómicos arraigados por el uso en el tiempo.

4.2.2 Estudio ontogénico del CDI y del cuerpo mandibular

Para el estudio embrionario de la mandíbula y del CDI se utilizaron embriones humanos procedentes de embarazos ectópicos y de histerectomías pertenecientes a la colección del Departamento de Anatomía e Histología Humanas de la Universidad de Salamanca.

Los embriones elegidos de la embrioteca del Departamento fueron los siguientes:

EMBRION	Longitud C-R (mm)	Estadio de O'Rahilly	Semana de desarrollo / Día postfecund.	Plano de Sección
H-50	7 mm	14	5 semanas / 35-37 días	Transversal
H-7	14 mm	18	6 semanas / 40 días	Transversal
H-8	23 mm	21	7 semanas / 48-49 días	Transversal
HH-6	25 mm	23	8 semanas / 54-56 días	Transversal
H-42	25 mm	22	8 semanas / 50-52 días	Sagital

En su día, los embriones se fijaron en formol neutro al 10 % y después se deshidrataron en etanol a concentraciones ascendentes y benceno, tras lo cual se pasó a la inclusión en parafina siguiendo el proceder de Peterfi. Más tarde, se practicaron cortes seriados en micrótomo, en unos casos transversales y en otros sagitales, con un grosor aproximado de 10 micras.

Los cortes de embriones se tiñeron con hematoxilina-eosina, azocarmín o tricrómico de Masson, según las técnicas propuestas por McManus y Mowry (1968). Finalmente se dataron siguiendo el proceder de O`Rahilly y Müller (1996). De la seriación completa se eligieron los cortes por sus mejores condiciones no sólo histológicas sino también por su contenido que se adecuara mejor a nuestros objetivos.

4.2.3 Disección del Conducto dentario inferior.

Para este trabajo se utilizaron 4 hemicabezas fijadas en formalina al 4% procedentes de dos varones y dos mujeres, con edades comprendidas entre 70 y 83 años; de ellos 2 edéntulos completos y 2 parcialmente dentados. Todos los especímenes procedían del depósito de cadáveres del Dpto. de Anatomía e Histología Humana de la USAL.

Para la disección y exposición del conducto dentario inferior se siguió la misma pauta y siempre por el mismo profesional.

Se colocaron las cabezas en posición lateral con el lado a disecar en el plano superior.

La incisión de la piel y del tejido celular subcutáneo se inició, con bisturí del nº 22, a nivel retroauricular en un plano más craneal al conducto auditivo externo,

siguiendo una línea paralela al borde posterior y caudal de la mandíbula, con una distancia entre ambas de 1,5 a 2 cm. Llegando hasta la fosa submental (fig. 19). El colgajo se tracciona mediante pinzas de disección con dientes.

Se continúa la disección del tejido celular subcutáneo en sentido craneal, con bisturí y/o tijeras de Mayo o Mezenbau, hasta el arco cigomático y el cóndilo mandibular, extirpando el pabellón auricular que queda incluido en el colgajo. En el plano subyacente, se encuentra ahora el sistema músculo-aponeurótico superficial, también conocido como SMAS (fig. 20).

Al disecar el SMAS se visualiza el músculo masetero que se desinserta de la mandíbula y con el periostotomo de Willinger se despega el periostio hacia posiciones más anteriores (fig. 21). El agujero mentoniano se localiza en la vertical entre el reborde infraorbitario y la comisura del labio inferior.

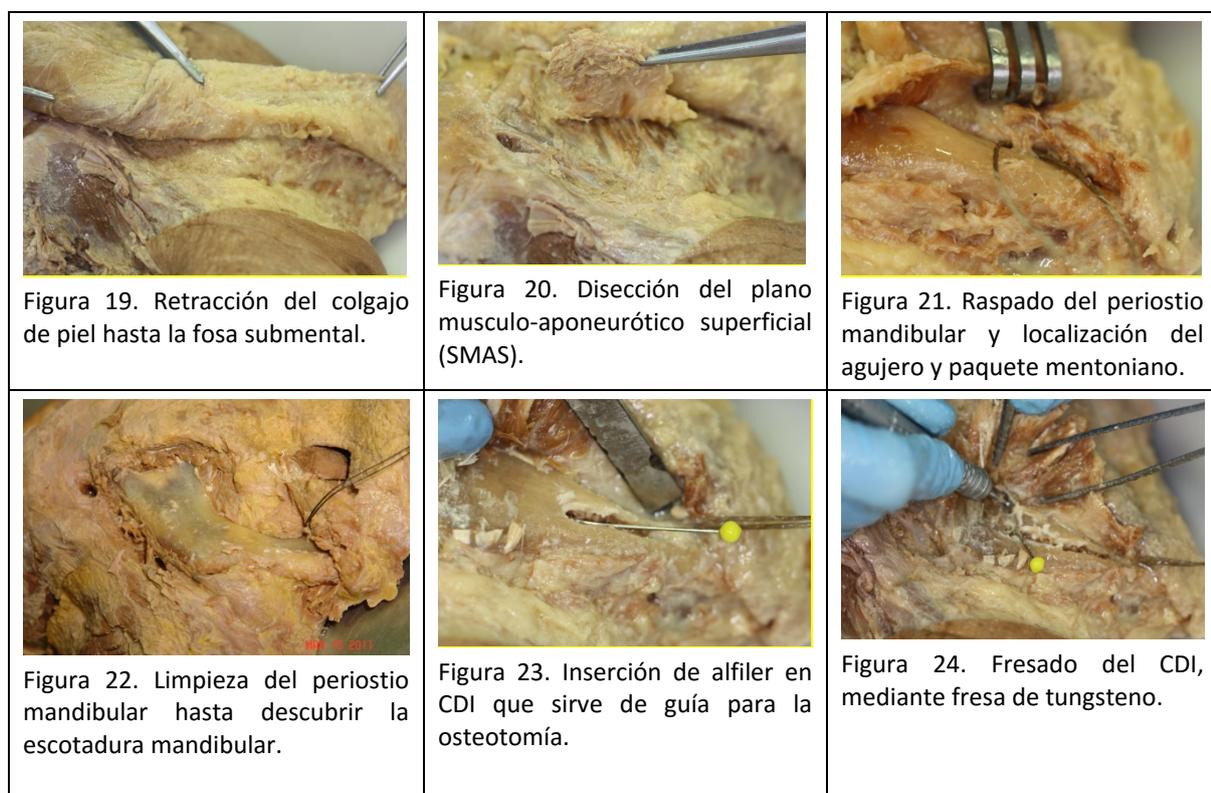
Continuamos con la misma maniobra en la rama ascendente de la mandíbula hasta llegar a la escotadura sigmoidea o mandibular (fig. 22).

Una vez localizado el conducto mentoniano se despega el periostio de su alrededor visualizando todo el nervio mentoniano. Se despega todo el periostio de la cara externa de la mandíbula (Figs. 21 y 22).

Para traccionar el colgajo de piel se emplea un separador con dientes de Volkmann y como referencia del CDI y su contenido se emplearon agujas de Deschamps, sonda acanalada, hilos de sutura y cintas Vasse-Loop.

Para exponer el trayecto del conducto mandibular, se efectúa una resección de hueso que se inicia en el agujero mentoniano cara externa del cuerpo mandibular y se finaliza en el agujero mandibular sito en su cara interna de la rama de la

mandíbula, teóricamente en el centro de la rama mandibular, en el punto **Xi** (intersección de las diagonales de un rectángulo que se forma al unir cuatro puntos: a) el punto más profundo de la concavidad del borde anterior de la rama ascendente (R1); b) el punto sobre el borde posterior de la rama ascendente - proyección del punto R1 paralelo a Frankfurt (R2); c) el punto más profundo de la escotadura sigmoides (R3) y d) punto en el borde inferior de la rama ascendente - proyección del punto R3 paralelo a Ptv (R4).



Se comienza abriendo una ventana ósea en la cortical mandibular en el mismo plano que el conducto. En estas maniobras se requiere la ayuda de una guía que se introduce en el conducto y la resección parcial del hueso es guiada, además, por alfileres de 35 mm de longitud provistos de una cabeza coloreada de 4 mm de diámetro (fig. 23). La osteotomía se efectúa con elementos rotatorios, pieza de mano, fresas redondas de los números 4 y 6 de carburo de tungsteno y con

abundante irrigación (fig. 24). Esta osteotomía se hace lo más paralela posible al borde inferior de la mandíbula hasta llegar a la zona del ángulo mandibular donde se gira de una posición teóricamente horizontal hacia una vertical.

Finalizada la osteotomía se procede a visualizar y referenciar el contenido del conducto mandibular, señalando con guías los reparos anatómicos y fotografiándolos con cámara réflex digital Canon EOS 450D (fig. 25).

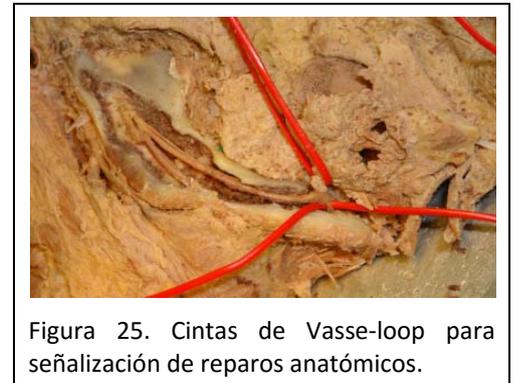


Figura 25. Cintas de Vasse-loop para señalización de reparos anatómicos.

4.2.4 Cortes de mandíbulas secas.

Se utilizaron 4 hemimandíbulas procedentes de diferentes individuos, una totalmente desdentada, otra que conservaba los alveolos dentarios y la mayoría de los dientes y otras dos parcialmente dentadas.

Se practicaron cortes frontales desde la apófisis alveolar hasta la base mandibular utilizando un arco y sierras (nº 13) de marquetería (fig. 26). El primer corte se efectuó por el plano de sección del agujero mentoniano; el segundo paralelo al anterior pasando por el espacio interalveolar que separa el 2º premolar de primer molar y el tercero en la unión del cuerpo con la rama de la mandíbula.

Una vez identificadas y fotografiadas las superficies de sección se procedió al estudio morfométrico de los diámetros vertical y horizontal del CDI y de las longitudes o distancias existentes entre éste y los bordes más prominentes de la apófisis alveolar, borde inferior y superficies vestibular y lingual del cuerpo de la mandíbula, así como el ancho del cuerpo mandibular en el plano horizontal que pasa por el centro de CDI (fig. 27)



Figura 26. Visión lateral de una hemimandíbula parcialmente dentada y en la que se practicaron tres cortes frontales, según se describe en el texto.

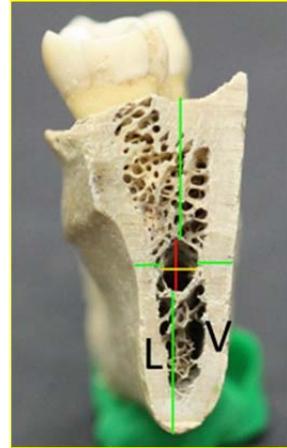


Figura 27. Líneas que marcan las medidas efectuadas sobre las secciones frontales de la hemimandíbulas secas.

Las mediciones se hicieron con la aplicación gratuita de la NIH de EEUU “Image J”, capturando la imagen digital y tomando como medida de referencia una regla milimetrada dispuesta en la base de las fotografías. Se anotaron por separado las medidas obtenidas en las mandíbulas dentadas y en las edéntulas. Las mediciones se practicaron siempre sobre la superficie posterior de cada corte frontal (fig. 27).

5. Resultados

Los resultados del presente estudio, se agrupan en los siguientes apartados:

1. Desarrollo embrionario del cuerpo mandibular relacionado con el CDI.
2. Anatomía del conducto dentario inferior en cadáver e in vivo.
3. Estudio morfológico y morfométrico del conducto dentario inferior, en relación al sexo y la edad, mediante imágenes radiográficas.
4. Estudio morfológico y morfométrico del conducto dentario inferior en pacientes con osteoporosis, mediante imágenes radiográficas.

5.1 DESARROLLO EMBRIONARIO DEL CUERPO MANDIBULAR RELACIONADO CON EL C.D.I.

Durante el estadio 14 de la Carnegie (correspondiente a un embrión humano de 7 mm, a los 35-37 días postfecundación) los cortes transversales muestran los arcos faríngeos separados por las hendiduras faríngeas (figs. 28 y 29). El primer arco faríngeo o branquial, correspondiente al arco mandibular, está bien configurado; constituido a partir de dos tubérculos mandibulares que contactan en la lineal media ventral pero sin llegar a estar aún fusionados (fig. 28).

En el interior del arco mandibular aparece el mesénquima indiferenciado rellenando el arco junto con el vaso arterial correspondiente (fig. 29). No ha



Figura 28. Corte transversal de un embrión de 7 mm. Apréciase la unión ventral de los primeros arcos faríngeos compuestos por mesénquima indiferenciado



Figura 29. Corte transversal caudal al anterior. Se observa la sección de los cuatro pares de arcos y hendiduras faríngeas. No existe cartilago en los arcos. Sólo ectomesénquima y arcos arteriales.

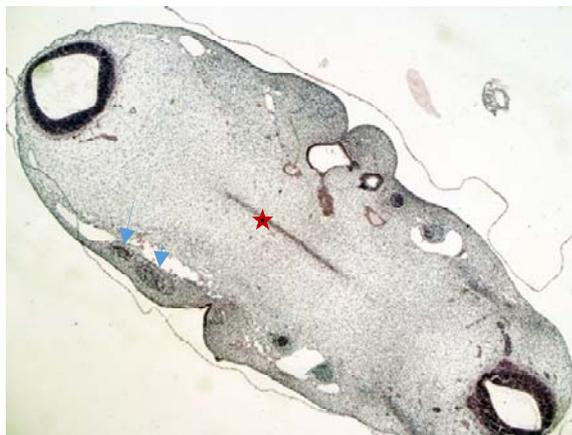


Figura 30. Corte transversal del mismo embrión a nivel de la futura base del cráneo y porción rostral de la notocorda (asterisco). En el lado derecho primer y segundo arco separados por la primera hendidura y en profundidad la primera bolsa faríngea (futura caja del tímpano). En el lado izquierdo, el ganglio de Gasser (cabeza de flecha) y 1ª rama del n. trigémino o n. oftálmico (flecha).

aparecido aún el cartílago del arco (cartílago mandibular o de Meckel) aunque ya se aprecia una condensación redondeada del mesénquima pero sin signos de

condrificación (fig. 28). En este estadio tampoco es evidente la presencia del nervio mandibular, si bien el ganglio de Gasser o trigeminal y su rama oftálmica si son visibles en cortes más cefálicos (Fig. 30)

En el embrión del estadio 18 (14 mm CR con 40 días postfecundación, mediados de la 6ª semana) ya no se

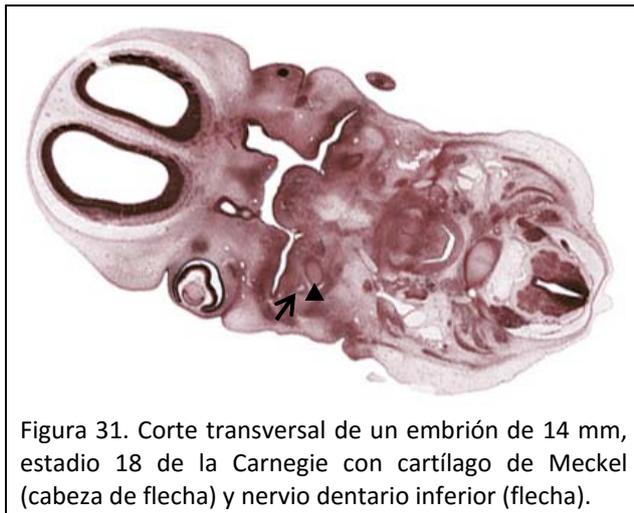


Figura 31. Corte transversal de un embrión de 14 mm, estadio 18 de la Carnegie con cartílago de Meckel (cabeza de flecha) y nervio dentario inferior (flecha).

aprecia la morfología de los arcos faríngeos al haber desaparecido las hendiduras branquiales y haberse transformado el contenido de los arcos. Así, en este estadio de desarrollo, en los cortes transversales que afectan a la zona del arco mandibular, puede verse ya al cartílago de Meckel seccionado en

forma ovalada y, por fuera, la sección

circular del nervio dentario inferior, allí donde más tarde comience la condensación mesenquimatosa y posterior osificación del cuerpo de la mandíbula (Fig. 31).

En los embriones pertenecientes a los estadios 20, 21 y 22 (embriones de 20 a 25,5 mm, desde la 6ª hasta mediados de la 8ª semana postfecundación) puede verse la evolución del primer arco faríngeo no sólo en la evolución parcial del cartílago de Meckel sino también en el inicio de la osificación del cuerpo de la mandíbula a partir del mesénquima situado en la porción lateral del cartílago.

El inicio y evolución de la osificación intramembranosa del mesénquima paracondral es diferente en tiempo y modo según la porción del arco mandibular considerada. Sin grandes modificaciones dependientes del estadio considerado (20,

21 o 22) si aparecen, sin embargo, cambios dependientes de la topografía condral y de su mesénquima adyacente.

En estos estadios del desarrollo embrionario ya ha aparecido la cresta dentaria y la lámina dentaria comienza a formar las perlas del esmalte de los dientes caducos.

A continuación, consideraremos los patrones morfológicos que aparecen en torno al cartílago de Meckel, según su posición relacionada con los gérmenes dentarios de los dientes incisivos, canino y molares caducos.

En los cortes transversales que permiten observar la lámina dentaria y los gérmenes dentarios de los dientes incisivos, se puede ver a la porción más ventral del primer arco que configurará el mentón y dentro de esta zona de confluencia de ambos arcos mandibulares, se aprecia el contacto de los extremos o porciones más ventrales de los cartílagos de Meckel derecho e izquierdo pero sin llegar a soldarse, por lo que deja ver una fisura mandibular media (fig. 32). En la base y lateral a la placa cartilaginosa se aprecia el mesénquima en vía de osificación que dará lugar a la porción más anterior de la mandíbula. El centro de osificación primario de la mandíbula cerca de la sínfisis mandibular está formado por condensación de mesénquima embrionario con aspecto trabecular pero que deja ver una doble capa: una externa, casi horizontal (figs. 33 y 34) y otra interna, más vertical y casi en contacto con el límite lateral del cartílago de Meckel. Entre ambas placas de osificación se forma un canal por el que transcurre el nervio incisivo.

En el epitelio labial, por encima del cartílago de Meckel y del centro de osificación mandibular, se distingue la lámina dentaria inferior y la formación de algunos gérmenes dentarios, en especial los incisivos caducos y caninos (figs. 32 y

33). Los gérmenes dentarios se invaginan hasta situarse en la parte amplia del canal formado por las dos láminas de osificación, lateral y medial.



Figura 32 (izquierda) y 33 (arriba). Cortes transversales de embrión (estadio 21) que cortan y separan cabeza y tronco. En la cabeza, la hendidura interlabial separa fosas nasales de la boca. En ésta se aprecia la lámina dental con gérmenes dentarios incisorios y canino caducos (flecha). En azul el extremo ventral de los cartílagos de Meckel y entre ellos la fisura intermandibular. Por debajo y lateralmente el centro de osificación mandibular con 2 láminas y el nervio incisivo (cabeza de flecha).



Figura 34.- Corte pasante por el germen del primer molar caduco. En el lado derecho de la imagen el cartílago de Meckel está más adelantado y su eje más vertical. En el izquierdo el cartílago está más horizontal y ya se ven las dos láminas de osificación en forma de "V" conteniendo al paquete neurovascular dentario inferior (flecha) cerca del futuro agujero mentoniano

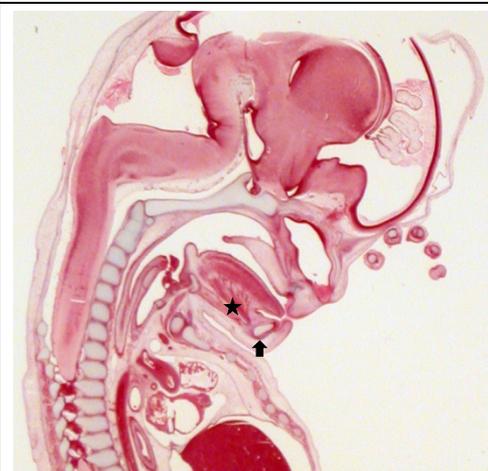


Figura 35.- Corte sagital y medio de un embrión del estadio 22. En las láminas dentales superior e inferior, los gérmenes dentarios de los incisivos maxilar y mandibular. Bajo éste último el cartílago de Meckel a nivel sinfisario, rodeado de una cápsula de tejido mesenquimatoso en vías de osificación (flecha). Blastema de los músculos genihioides y genioglósos (asterisco).

En los cortes sagitales practicados al embrión del estadio 22, se aprecia el extremo ventral del cartílago de Meckel como una estructura ovalada, de eje mayor casi vertical, situada en la región del mentón; por encima se observa la lámina dentaria a manera de cúpula sobre el cartílago. La condensación de mesénquima que comenzará a osificarse se dispone como una hemicorteza que reviste la porción ventral y caudal del cartílago (fig. 35).

A la altura del germen dentario del canino caduco (Figs. 33 y 34), puede verse en cortes frontales y transversales la división del nervio dentario inferior en dos ramas: una fina y dispuesta más craneal, que corresponde al nervio incisivo y, otra más lateral e inferior, correspondiente al nervio mentoniano (fig. 35), la cual determina una dehiscencia en la lámina lateral de osificación, justo donde se formará el futuro agujero mentoniano. En el tramo que va desde el germen dentario del canino hasta el inicio del germen dentario del primer molar caduco, el centro de osificación primaria del cuerpo mandibular se dispone lateral al cartílago de Meckel con una morfología en "Y", con una base única de la que parten hacia arriba dos láminas que divergen. La lámina lateral es más alta que la medial y ésta se halla muy próxima al cartílago de Meckel. Entre las láminas se aprecia la sección del paquete neurovascular dentario inferior y los gérmenes dentarios que se desprenden de la lámina dentaria y se aproximan hacia el espacio interlaminar del centro de osificación (figs. 36 y 37).



Figura 36a (arriba) y 37 (derecha). Cortes transversos que pasan por el germen dentario del primer molar. En el lado derecho de las imágenes, el corte afecta a una porción de cartílago ligeramente más ventral. Blastema del músculo milohioideo y de la glándula submandibular (cabeza de flecha). Lengua (asterisco).



La osificación mandibular en el lado derecho tiene la típica forma en "Y" mientras en el izquierdo sólo permanece la lámina externa. Entre cartílago y centro de osificación el paquete neurovascular dentario inferior (flecha)

En los cortes sagitales a ese mismo nivel, el cartílago de Meckel aparece ovalado pero con el eje mayor horizontal y abrazado ventralmente por un casquete bilaminar de mesénquima en vías de osificación que se dirige hacia el germen dentario incisivo, conteniendo al nervio incisivo (fig. 36b y 36c).

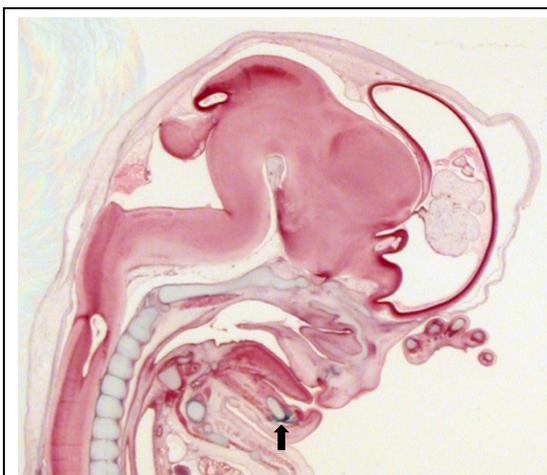


Fig. 36b: Corte parasagital-1. Cartílago de Meckel con sección ovalada y eje mayor horizontal. En azul, casquete ventro-caudal de tejido mesenquimatoso en vías de osificación (flecha).



Fig. : Corte parasagital-3 Desplazamiento dorso-craneal del cartílago de Meckel. Germen dentario inferior (flecha) y división nerviosa del dentario inferior en mentoniano e incisivo (cabeza de flecha).

Cuando los cortes transversales pasan por los esbozos de los dientes molares caducos se sigue apreciando el cartílago de Meckel y en su costado lateral el centro de osificación mandibular que ahora aparece como un solo blastema, concretamente el de la lámina externa habiendo desaparecido la lámina interna. La única hoja de osificación que queda toma el aspecto de “S” itálica en los cortes frontales y de “corchete” en los transversales y cuya concavidad se adapta a la convexidad del cartílago de Meckel adyacente y entre ambas estructuras discurre el paquete neurovascular dentario inferior, mientras que por dentro del cartílago se observa la sección el nervio lingual (figs. 38 y 39).



Figura 38. En la mitad derecha del corte transversal el cartílago de Meckel y por fuera la lámina externa de osificación mesenquimatosa (flecha). Entre ambos, el n. dentario inferior. En mitad izquierda del corte el cartílago es flanqueado por los nervios dentario inferior y lingual.

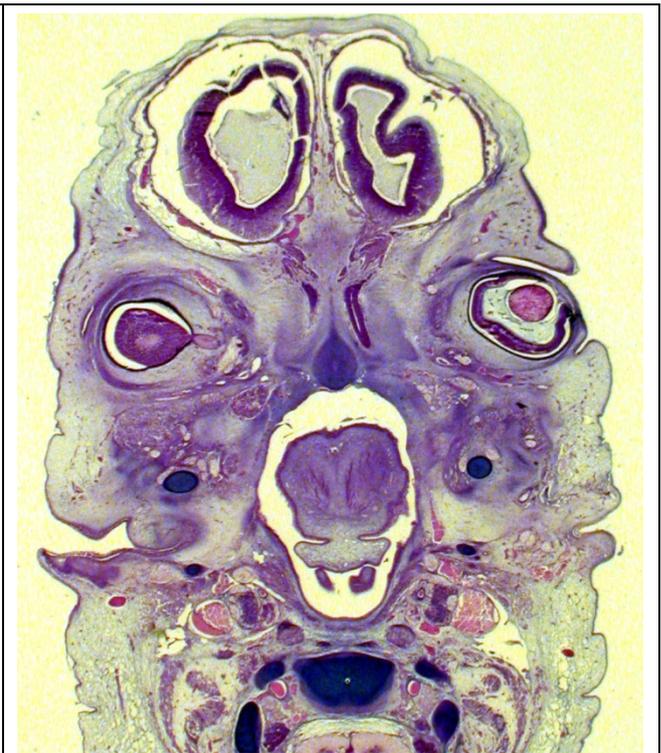
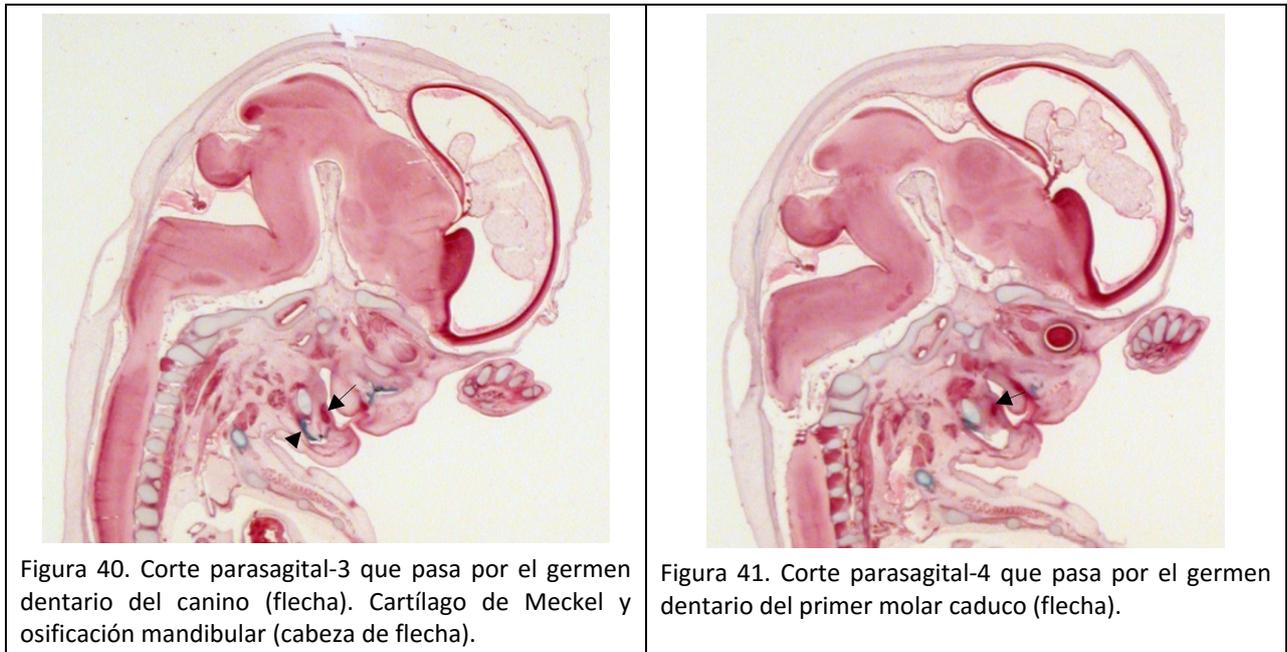


Figura 39. No existe lámina de osificación mandibular en la región dorsal del cartílago de Meckel, solo los nervios dentario inferior y lingual escoltan al cartílago

En los cortes sagitales (figs. 40 y 41) el cartílago de Meckel se dispone cada vez más dorsal en la región mandibular situado justo por debajo del germen dentario del molar caduco (fig. 41) y en ligero contacto ventro-caudal con el centro de osificación mandibular (fig. 40 y 41).



En los cortes, tanto transversales como sagitales de embriones correspondientes a los estadios 21 y 22, cuando aparece el blastema premuscular del pterigoideo interno y del masetero, es la zona señalada del futuro ángulo de la mandíbula y aquí, en estos estadios, termina el centro de osificación del cuerpo mandibular (figs. 38, 39, 40 y 41). A estos niveles por fuera del cartílago de Meckel (en los cortes transversales) y en su base (cortes sagitales) se difumina la lámina externa de la osificación mesenquimatosa que rodea a la mandíbula y de ahí hacia atrás y hacia arriba el cartílago solo está rodeado por los blastemas musculares de los músculos pterigoideos (en situación medial) y masetero (lateralmente). Los nervios dentario inferior y lingual, escoltan por fuera y por dentro al cartílago de Meckel.



Figura 42. Corte parasagital-5. Músculo masetero (flecha) rodeando al cartílago de Meckel. El ganglio de Gasser situado dorso-cranealmente (cabeza de flecha).

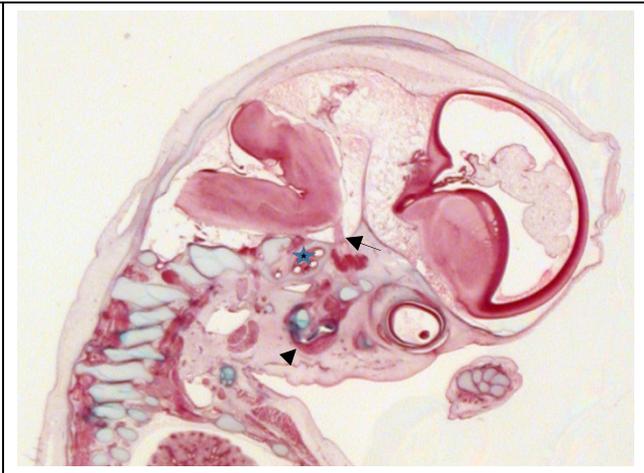


Figura 43. Corte parasagital-6 que pasa por la vesícula óptica izquierda (asterisco), delante el ganglio de Gasser y el n. trigémino (flecha) llegando a la protuberancia. Los blastemas de los músculos masetero y pterigoideo interno forman una "V" junto al cartílago de Meckel (cabeza de flecha).

Finalmente en cortes transversales más cefálicos, aquellos que pasan por la base del cráneo en formación (fig. 42) y en aquellos sagitales que pasan por la cápsula ótica (fig. 43), el extremo dorsal del cartílago de Meckel se transforma en el blastema condral de los huesecillo martillo y yunque del oído medio.

En estos cortes embrionarios de los estadios 21 y 22 no hay indicios de osificación de la rama mandibular. Tan sólo relacionado con los elementos que hemos venido mencionando queda el ganglio de Gasser o trigeminal (fig. 45).

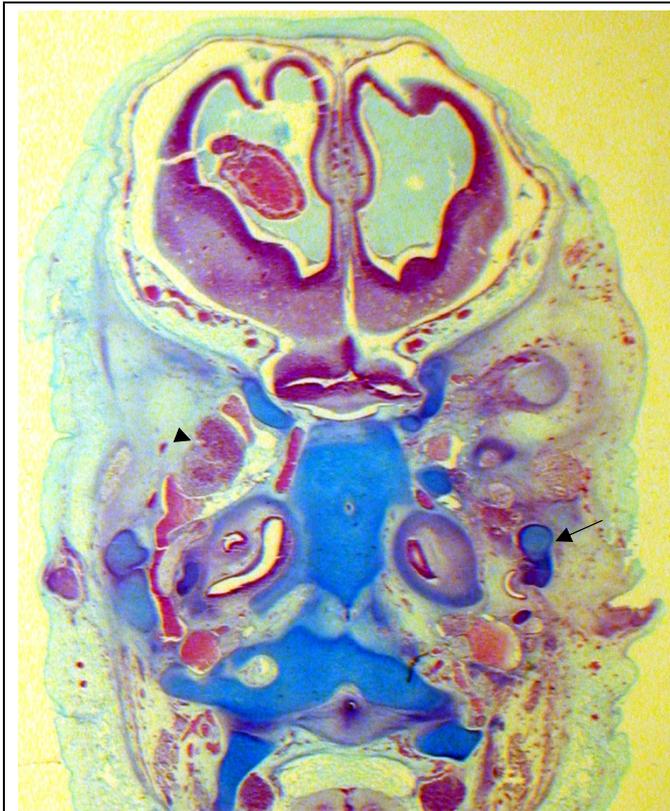


Figura 44. Lado derecho del corte, transformación del extremo dorsal del cartílago de Meckel en los huesecillos martillo y yunque (flecha). En el lado izquierdo se ve el ganglio de Gasser (cabeza de flecha).

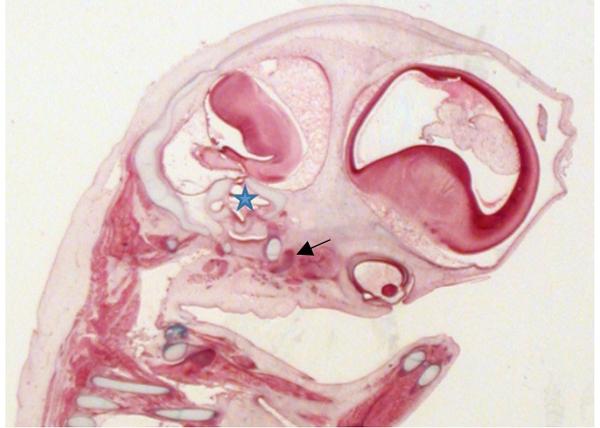


Figura 45. Corte parasagital-7, muy lateralizado. Obsérvese el cartílago de Meckel junto a derivados de la vesícula ótica (asterisco). No existen signos de osificación intramesenquimatosa de la rama de la mandíbula. Blastema del músculo pterigoideo lateral, junto al cartílago (flecha).

5.2 Anatomía del C.D. I. en cadáver e in vivo.

A. Sobre cadáver.

La disección del CDI en todas las cabezas estudiadas presentó un trayecto curvilíneo desde su inicio en el agujero mandibular hasta llegar al cuerpo mandibular a la altura del 2 molar para después continuar con un trayecto rectilíneo o ligeramente arqueado hacia arriba hasta abocar al agujero mentoniano (fig. 46). La disposición del conducto respecto a los límites de la rama mandibular varió de unos casos a otros. Equidistante de los bordes anterior y posterior en 3 cadáveres, estuvo más próximo al borde posterior en la cuarta disección (fig. 47).

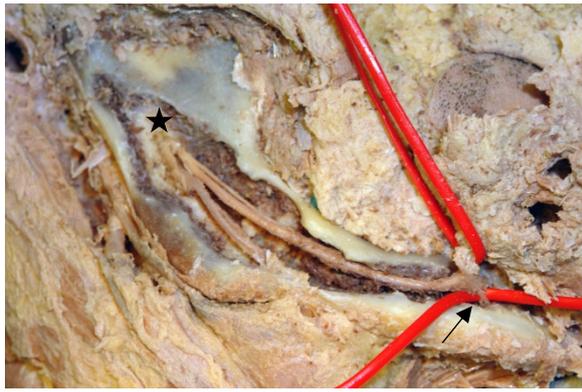


Figura 46. Disposición arqueada del CDI y de su contenido, desde el agujero mandibular (asterisco) hasta el foramen mentoniano (flecha).



Figura 47. Trayecto del DCI y del contenido neurovascular equidistante de los bordes alveolar (cabeza de alfiler) y basal del cuerpo mandibular.

En las cabezas con mandíbula edéntulas fue evidente la resorción del borde alveolar y el CDI en su discurrir por el cuerpo mandibular no era equidistante de los bordes sino muy próximo al superior, sobre todo en las inmediaciones del agujero mentoniano (fig. 48 y 49).

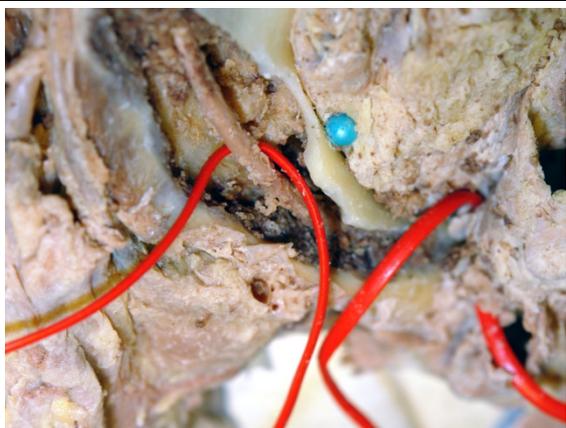


Figura 48. Trayecto del CDI en mandíbula edéntula más próximo al borde superior que al basal. La vasse-loop izquierda rodea el paquete dentario inferior revestido de una gruesa vaina fibrosa.



Figura 49. Paquete neurovascular dentario inferior (asterisco) y salida del nervio y arteria mentoniano por su foramen (flecha).

El contenido del CDI apareció homogéneo en todas las disecciones. Estaba formado por un solo paquete neurovascular en forma de cordón envuelto por tejido fibroso a manera de vaina (figs. 47, 48 y 50). El calibre de este paquete fue

similar al diámetro de la cabeza de alfiler que los señala en la figura 53 y que corresponde a 4,1 mm. Al desbridar la vaina fibrosa se aprecia la constitución del cordón. Por la parte inferior caminaba la arteria alveolar inferior con un calibre tan grande o mayor que el del contenido nervioso (figs. 51 y 53) que tras recorrer todo el conducto termina saliendo por el agujero mentoniano con un calibre sensiblemente inferior y lo hizo en un caso como elemento independiente (fig. 46) y en los otros casos conjuntamente con el nervio, formando paquete neurovascular mentoniano (fig. 52). En su recorrido por la parte posterior del conducto, se pudo observar ocasionalmente que la arteria alveolar inferior emitía ramitos verticales acompañando a ramos nerviosos que ascendían en busca de los ápices radiculares de los dientes molares (figs. 49 y 53).



Figura 50. Paquete neurovascular dentario inferior envuelto por una vaina fibrosa a su paso por la rama de la mandíbula

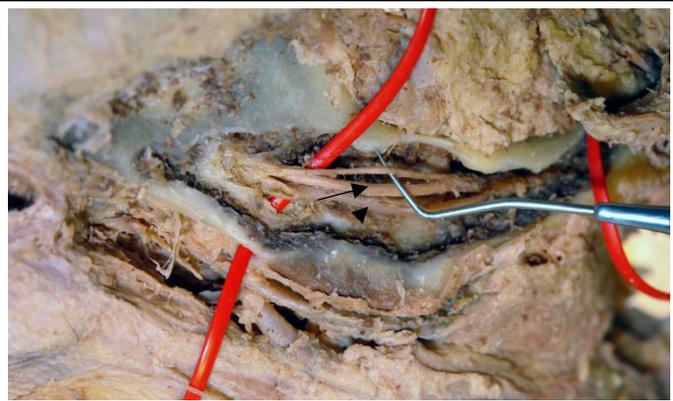


Figura 51. División del paquete neurovascular en sus integrantes. Rama superior del nervio alveolar o dentario inferior (separado por una sonda), rama inferior nerviosa (flecha) y arteria dentaria inferior (cabeza de flecha).

El nervio alveolar inferior se pudo observar antes de introducirse por el agujero mandibular como un solo nervio que se desprendía lateralmente al nervio lingual (fig. 54) y ya en el conducto, en todas las disecciones, puede verse como se divide en dos ramas, una superior y otra inferior de mayor calibre (fig. 51) aunque discurren adosadas y envueltas por la vaina neurovascular (figs. 47 y 48). Desprendiéndose de la rama superior nerviosa fue evidente en dos cadáveres la

presencia de ramitos ascendentes que se colocaban al lado de ramos vasculares y se dirigían hacia los ápices radiculares molares (figs. 49 y 53).

Al llegar al agujero mentoniano, solo la rama inferior del nervio alveolar inferior, acompañada de una arteria satélite disminuida de calibre y homónima



Figura 52. Paquete neurovascular mentoniano (rodeado por hilo de sutura) abandonando el CDI por el agujero mentoniano, dispuesto en el borde superior de una mandíbula edéntula.



Figura 53. Desprendimiento de ramas nerviosas (cabeza de alfiler) y vasculares (flecha) que ascienden hacia los ápices dentarios.



Figura 54. División del nervio mandibular en ramas lingual (flecha) y dentaria inferior (asterisco).



Figura 55. El vasse-loop rodea al paquete dentario inferior que emite una rama ascendente. La sonda recoge a la vaina fibrosa recién abierta para exponer al paquete neurovascular.

abandona el conducto para dirigirse hacia los reparos anatómicos del labio inferior ya con el nombre de arteria y nervio mentonianos (fig. 52). En los cadáveres con mandíbulas edéntulas el foramen mentoniano y el paquete neurovascular

mentoniano están situados en las inmediaciones del borde superior de la mandíbula (fig. 52).

B. Sobre Mandíbula seca.

En el estudio de mandíbulas secas se observó cómo los orificios mandibular y mentoniano marcaron las zonas de entrada y salida del CDI (figs. 56 y 57). El orificio mandibular era ovalado, con eje mayor antero-posterior y estaba parcialmente solapado a nivel anterior por la línula y su disposición en la cara medial de la rama mandibular correspondía con el punto Xi. No hubo diferencias significativas entre la



Figura 56. Cara medial de la rama y del cuerpo mandibular hasta el agujero mentoniano, cortado frontalmente. El hilo de sutura indica el inicio y el final del CDI. La línula oculta el foramen mandibular.



Figura 57. Agujero mentoniano, ovalado y transversal (flecha), equidista de los bordes alveolar y basal del cuerpo mandibular y se sitúa en la vertical que pasa entre los dos premolares



Figura 58. Mandíbula edéntula. Agujero mentoniano diminuto y situado sobre el borde superior mandibular.



Figura 59. Agujeros mandibulares desde una perspectiva superior en una mandíbula dentada. La línula señala la parte anterior del foramen.

morfología y la situación del agujero mandibular en la rama de mandíbulas dentadas con respecto a las edéntulas (figs. 58 y 59).

El agujero mentoniano presentó diferencias en cuanto a morfología, tamaño y situación. En mandíbulas que mantenían dientes anteriores en sus alveolos, el agujero mentoniano, con un tamaño medio de 2 mm, era ovalado con un marco anterior más saliente que el posterior (fig. 57) y situado en la vertical que pasa entre los dos premolares mandibulares y equidistante de los bordes alveolar y basal. Por el contrario, en las mandíbulas edéntulas o parcialmente edéntulas pero carentes de premolares el orificio mentoniano era ovalado o circular, sin bordes salientes y de exiguo diámetro, apenas 2 mm y estaba localizado a nivel o sobre el propio borde superior mandibular (fig. 58).

En las mandíbulas seccionadas frontalmente a nivel del agujero mentoniano, se apreciaron diferencias en la forma de terminar el CDI, en algunas terminaba directamente, acercándose a la tabla cortical externa o vestibular y tras ascender un corto trayecto se abría en el foramen mentoniano al exterior (fig.60). En otra, se observó un pequeño trayecto retrógrado y ascendente en forma de asa antes de abrirse en el foramen, formando así un corto conducto mentoniano (fig.61).

En las secciones frontales del CDI practicadas a la altura del agujero mentoniano, del primer y del tercer molar, se apreciaron modificaciones en la disposición del conducto dentro del hueso esponjoso del cuerpo mandibular, diferencias también en el calibre del conducto a lo largo del recorrido y dependiente de las mandíbulas analizadas y, sobre todo distancias muy dispares entre el CDI y las corticales de las tablas vestibular, lingual, del borde basal y alveolar (figs.62 y 63).

Las medidas del CDI en los cortes frontales y las distancias desde éste a las corticales del cuerpo y bordes mandibulares, tanto en mandíbulas dentadas como edéntulas, se exponen en la tabla 2.

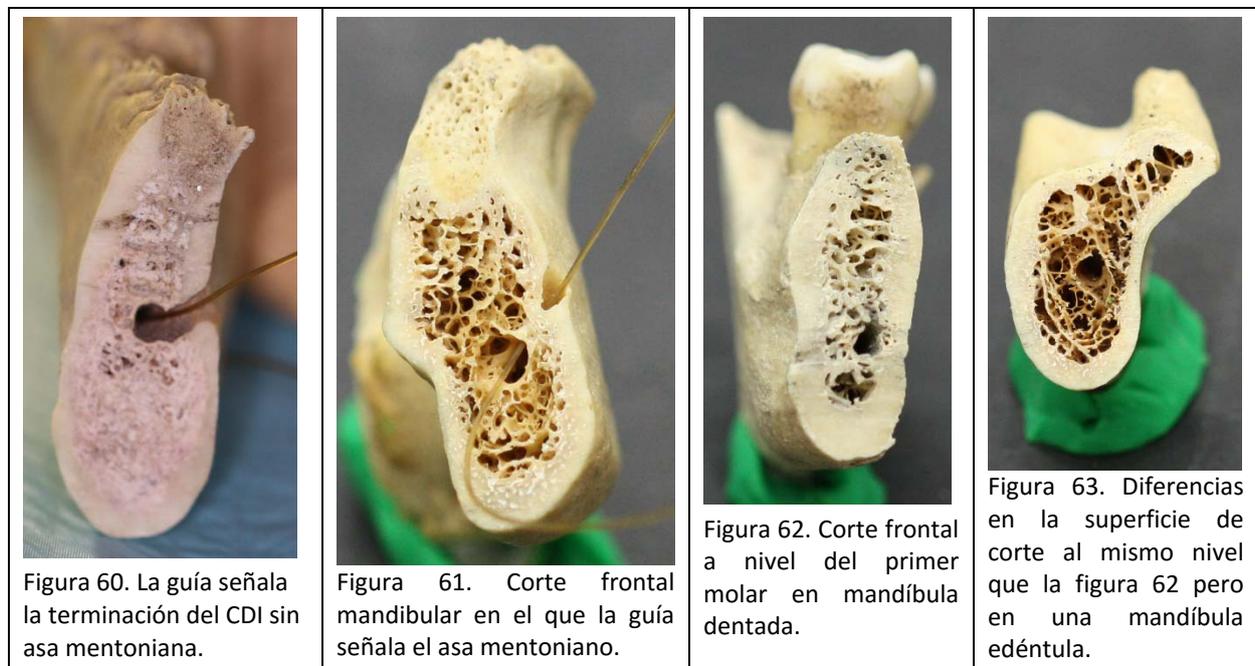


Tabla 2. Diámetros y distancias a los bordes y corticales mandibulares del CDI expresados en milímetros, en tres cortes frontales del cuerpo mandibular.

	Corte Nivel: Agujero Mentoniano		Corte Nivel: Primer Molar		Corte Nivel: Tercer Molar	
	Edéntula	Dentada	Edéntula	Dentada	Edéntula	Dentada
Diámetro vertical del CDI	2.7	2.86	2.84	2.28	3.05	4.4
Diámetro horizontal del CDI	2.6	2.99	2.57	2.22	2.56	2.94
Anchura del cuerpo mandibular en CDI	7.64	10.02	10.01	8.95	8.22	8.5
Distancia desde CDI a Tabla vestibular	2.8	2.8	2.18	4.69	2.69	3.1
Distancia desde CDI a Tabla lingual	2.31	4.23	5.24	2.25	2.97	2.40
Altura desde CDI a borde Alveolar	8.2	19.18	9.36	15.41	6.29	14.
Distancia desde CDI a Base Mandibular	7.4	9.72	7.4	8.37	10.01	12.36

5.3 Estudio morfológico y morfométrico del conducto dentario inferior, en relación al sexo y la edad, mediante imágenes radiográficas.

A continuación realizamos una descripción anatómica del conducto dentario inferior, basándonos en los estudios radiológicos realizados y en la interpretación



de los mismos.

Teniendo en cuenta las limitaciones que pone la radiología (proporciona densidad fotográfica, en la que se valora de forma empírica la intensidad del color negro), el conducto en su recorrido a lo largo de

la mandíbula describe una curva con una concavidad anterior, que se inicia en el foramen mandibular y terminando en el agujero mentoniano, donde se pierde macroscópicamente (fig.64) en la imagen radiológica del conducto dentario inferior está rodeado por una cortical ósea, nítidamente radiopaca, que contrasta con la imagen radiolúcida del interior del conducto, debido a los componentes del paquete vasculonervioso que lo recorren y que van rodeados por tejido celular.

5.3.1 Longitud del conducto dentario inferior

La longitud media del conducto dentario inferior(fig.65) es de 85,2 mm, en los pacientes sin osteoporosis, estudiando a 50 pacientes (23 mujeres y 27 varones), con un rango de edad de 40 a 80 años.

En los pacientes desdentados de nuestro estudio



Figura 65. Detalle de la medición de longitud del CDI.

(3) la longitud del conducto baja a una media de 75 mm.

5.3.2 Anatomía del conducto dentario inferior en referencia a puntos de estudio

A. Variaciones a nivel del tercer molar

En nuestro estudio nos hemos centrado en la porción del conducto dentario inferior, que se inicia a la altura del tercer molar y termina en el agujero mentoniano.

El primer punto de referencia es el tercer molar, aquí el conducto, describe una trayectoria descendente y alcanza su mayor grosor, la media es de 3,6 mm en

los 208 pacientes estudiados (mujeres 3 mm y hombres 4 mm).

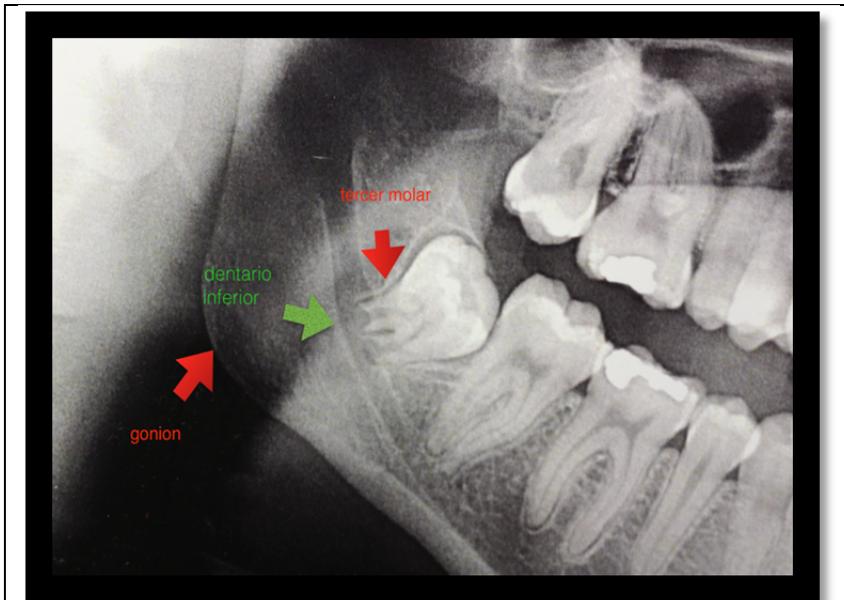


Figura 66. Mujer de 45 años, detalle distancia gonion-conducto y superposición tercer molar y CDI

con una diferencia de 3 mm(mujeres 9 mm y hombres 12 mm).

La distancia de la cortical inferior del conducto con respecto al gonion (fig. 66), entre hombres y mujeres, es la mayor en toda la trayectoria del conducto,

Cuando hay existencia del tercer molar, en el 80% de los casos hay una superposición entre las dos estructuras, siendo indiferente el sexo del paciente (fig. 66).

B . Variaciones a nivel del primer molar

El segundo punto es a nivel del primer molar, en el cual radiográficamente se aprecia que el conducto dentario inferior macroscópicamente forma una concavidad anterior.

La posición en la que se encuentra el conducto es de unos 17 mm de distancia respecto a la cortical superior mandibular y a unos 8 mm de la cortical inferior mandibular.

En cuanto a la anchura del dentario pasa de 3,6 mm a 3 mm de media, (en hombres es de 3,2 mm y en mujeres de 2,2 mm), sobre todo en el rango de edad de 40 a 60 años.

Según avanza la edad, la altura entre la cortical superior e inferior mandibular respecto al conducto dentario va disminuyendo, agravándose en los pacientes con ausencia de piezas y con una baja densidad ósea, no encontrando diferenciación entre hombres y mujeres.

C. Variaciones a nivel del agujero mentoniano

En cuanto al tercer punto de referencia, lo primero que encontramos es que en 100 de los 208 casos estudiados el conducto dentario inferior describe una curvatura final de entrada al agujero mentoniano de abajo a arriba y de dentro a afuera (figs. 61 y 67), no habiendo diferenciación entre hombres y mujeres.

La distancia respecto a la cortical superior mandibular es de 15 mm y de 10 mm respecto a la cortical inferior mandibular, sin diferencias entre hombres y mujeres.

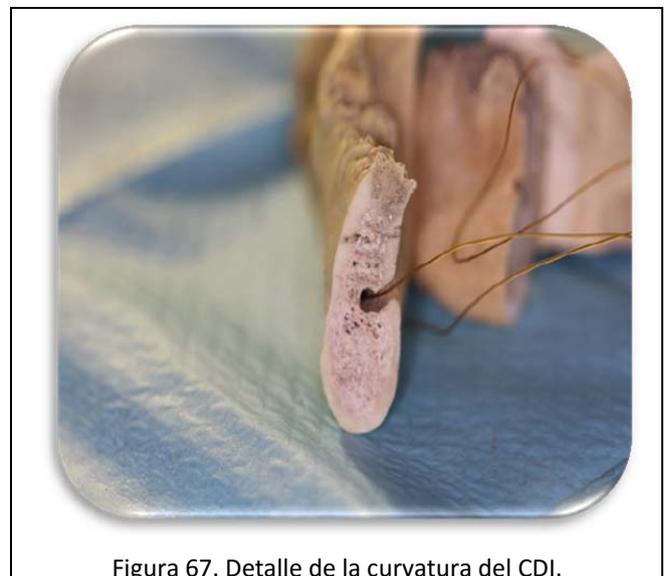


Figura 67. Detalle de la curvatura del CDI.

Se observa que con los años la distancia desde la cortical superior al conducto disminuye, observando una pérdida ósea considerable en los casos de

ausencia de piezas dentales, llegando incluso a encontrarse la salida del conducto en la cortical superior de la mandíbula (figs. 52 y 58).

En cuanto a la anchura del conducto, la media total fue de 2 mm, (hombres 2,4 mm y mujeres 1,2 mm).

En este caso vuelve a ser más estrecho en las mujeres que en los hombres, siendo una premisa a lo largo de todo el trayecto estudiado del conducto dentario inferior.

5.3.3 Variaciones del conducto dentario inferior

A nivel del tercer cordal nos encontramos con un porcentaje de un 5% de casos de bifurcación del dentario inferior (tabla 3), con una incidencia del 80% en la hemimandíbula derecha.

En el primer molar es donde se encuentra la mayor aparición de bifurcación del nervio, en nuestro caso se sitúa en 11%, con una incidencia del 40% en el lado derecho, y un 35% bilateral.

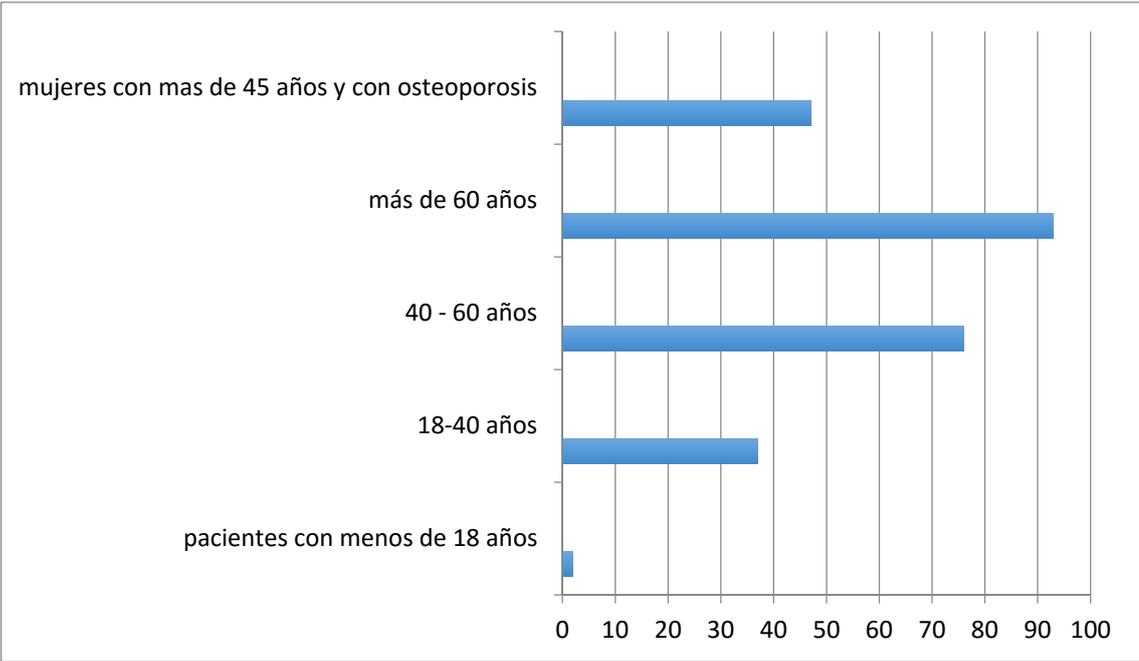
En ambos casos no hay diferenciación entre hombres y mujeres.

En el último punto de estudio (agujero mentoniano) no hemos observado ninguna bifurcación del conducto dentario inferior.

Tabla 3: bifurcación del CDI

Nº	SEXO	1º MOLAR	CORDAL
1	V	D	
2	V	I	
3	M	D	D
4	M	D	
5	M	I	
6	V	D	
7	V	D/I	D
8	V	D	D
9	M	D	
10	V	D/I	
11	V	D/I	
12	V	D/I	
13	M	D/I	D/I
14	M		D
15	V	D/I	D/I
16	V	I	I
17	V	I	I
18	V	D/I	
19	M		D
20	M	D	
21	V		D
22	M	D	

En la descripción de los resultados hemos tenido en cuenta varios factores, como son: sexo, edad y la existencia de osteoporosis (ver gráfico adjunto).



5.4. Estudio morfológico y morfométrico del conducto dentario inferior en pacientes con osteoporosis, mediante imágenes radiográficas.

- En las imágenes panorámicas de pacientes con osteoporosis, el conducto dentario inferior, es más difícil de visualizar, por su menor densidad mineral ósea, que impide el contraste de la cortical que rodea el conducto con respecto a la esponjosa del cuerpo de la mandíbula.
- En las imágenes se aprecia una gran erosión de la corteza y la existencia de defectos semilunares (fig.69).
- Además se observa un descenso acusado de la densidad ósea en el cuerpo mandibular debido a que las trabéculas óseas son más grandes y más radiolúcidas.

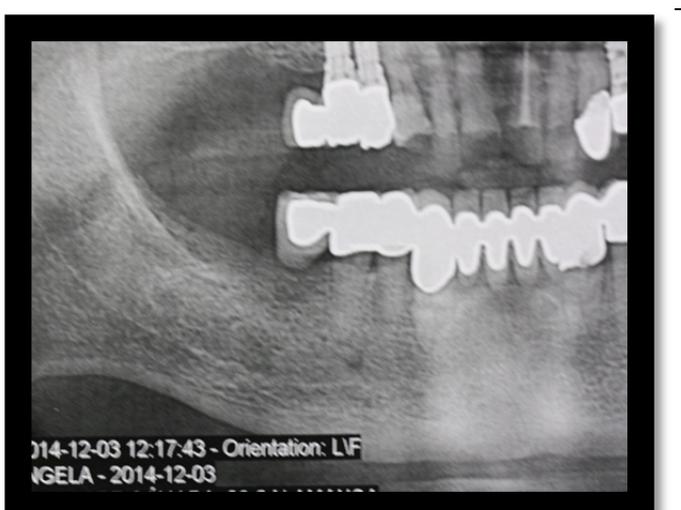


Figura 69. Radiografía de una mujer de 82 años con osteoporosis.

En todos los casos de mujeres con osteoporosis, con más de 45 años, el diámetro del conducto dentario inferior es más estrecho y difícil de diferenciar (fig.69).

5.4.1 Longitud del conducto.

La longitud del conducto es sensiblemente menor que en pacientes sin osteoporosis siendo la media de nuestro estudio de 79,7 mm (17 mujeres con osteoporosis y 24 sin osteoporosis) (tabla 4).

5.4.2 Anatomía del CDI en referencia a puntos de estudio.

A. Variaciones a nivel del tercer molar.

A nivel del tercer molar, es donde más diferencias encontramos con respecto a los pacientes sin osteoporosis, el grosor del conducto pasa de 3,1 mm a 1,82 mm de media.

En cuanto a la distancia entre el conducto y el gonion la media es de 11 mm.

Anatómicamente hablando el conducto presenta la misma trayectoria descendente que en los pacientes sin osteoporosis y la misma superposición con respecto a las raíces del tercer molar, pero al tener menos grosor, es más estrecho y es más difícil de diferenciar.

B. Variaciones a nivel del primer molar

Se observa que el conducto dentario inferior es más estrecho en las pacientes que sufren osteoporosis, pasando la medida de 2,2 mm a 1 mm.

En este punto es donde más se observa la diferencia entre los dos grupos de pacientes ya que en el grupo de mujeres con osteoporosis hay un total de 6 pacientes en los cuales el conducto es inapreciable (0 mm) y en 11 pacientes donde el grosor ha sido de 1 mm, los cuales suponen un total del 36% del grupo.

La distancia entre la cortical superior y el conducto es de 12 mm y con respecto a la cortical inferior de 8 mm.

C. Variaciones a nivel del agujero mentoniano

A este nivel el conducto describe una trayectoria igual que en los pacientes sin osteoporosis, no descubrimos diferenciación a la hora de la trayectoria de la entrada del conducto.

La diferencia vuelve a hacerse evidente a la hora de estimar el grosor, ya que pasó de 1,8 mm a 1,2 mm.

La distancia entre la cortical superior y el agujero mentoniano es de 13 mm de media y entre la cortical inferior y el agujero mentoniano es de 11 mm.

Se apreció una disminución de 2 mm de media con respecto a los pacientes sin osteoporosis, en todo el trayecto del conducto dentario inferior.

Tabla 4 : Diferencias entre mujeres con/sin osteoporosis

	DA	DB	DC	Longitud CDI
M.C.O	3.1 mm	2.2 mm	1.2 mm	79.7 mm
M.S.O	1.8 mm	1 mm	1.8 mm	85.2 mm

Correspondiendo:

- DA: Diámetro del conducto dentario inferior a la altura del tercer molar.
- DB: Diámetro del conducto dentario inferior a la altura del primer molar.
- DC: Diámetro del conducto dentario inferior a la altura del agujero mentoniano.
- MCO: Mujeres con mas de 45 años con osteoporosis.
- MSO: Mujeres con mas de 45 años sin osteoporosis.
- Longitud CDI: Longitud del conducto dentario inferior desde el foramen mandibular hasta el agujero mentoniano.

Tabla 5: medidas puntos de estudio en mujeres con osteoporosis

Nº	SEXO	EDAD	A1D	A2D	DAD	B1D	B2D	DBD	C1D	C2D	DCD
1	M	72									
2	M	69	4	1	3	4	2	3	3	3	2
3	M	65	5	1	3	5	1	2	3	2	2
4	M	68	6	3	1	4	4	1	3	3	1
5	M	59	4	2	2	5	2	3	5	3	1
6	M	73	1	3	3	4	4	2	1	3	2

Nº	SEXO	EDAD	A1I	A2I	DAI	B1I	B2I	DBI	C1I	C2I	DCI
1	M	72	4	2	2	4	2	2	3	2	3
2	M	69	3	2	3	4	2	2	2	3	3
3	M	65	5	2	3	5	1	2	2	3	2
4	M	68									
5	M	59	4	2	2	3	3	3	4	3	1
6	M	73	1	3	3	4	2	2	2	4	1

Tabla 6: Nomenclatura medidas en mujeres con osteoporosis

A1	Distancia entre la cortical vestibular de la mandíbula y el conducto dentario inferior a la altura del tercer molar inferior del lado derecho/izquierdo
A2	Distancia entre la cortical lingual de la mandíbula y el conducto dentario inferior a la altura del tercer molar inferior del lado derecho/izquierdo
DA	Distancia entre la parte superior del conducto dentario inferior y la parte inferior de dicho conducto del lado derecho/izquierdo
B1	Distancia entre la cortical vestibular de la mandíbula y el conducto dentario inferior a la altura del primer molar inferior del lado derecho/izquierdo
B2	Distancia entre la cortical lingual de la mandíbula y el conducto dentario inferior a la altura del primer molar inferior del lado derecho/izquierdo
DB	Distancia entre la parte superior del conducto dentario inferior y la parte inferior de dicho conducto del lado derecho/izquierdo
C1	Distancia entre la cortical vestibular de la mandíbula y el conducto dentario inferior a la altura del agujero mentoniano del lado derecho/izquierdo
C2	Distancia entre la cortical lingual de la mandíbula y el conducto dentario inferior a la altura del agujero mentoniano del lado derecho/izquierdo
DC	Distancia entre la parte superior del conducto dentario inferior y la parte inferior de dicho conducto del lado derecho/izquierdo

6. Discusión

En el estudio realizado, el cuerpo de la mandíbula aparece durante el **desarrollo embrionario** a partir del ectomesénquima situado lateralmente al cartílago de Meckel en los embriones humanos comprendidos en el estadio 18 y siguientes. En los mismos estadios, otros autores (Mérida Velasco y col. 1993; Palomo, 2001; Fernández Coppel, 2011) observaron que el inicio de la osificación intramembranosa aparece en la región de la bifurcación de la arteria y nervio dentarios inferiores, que corresponde con las regiones incisiva y mental. Aunque la mandíbula aparece en el adulto como un solo hueso, durante el desarrollo se observa su constitución a partir de varias subunidades. El hueso basal del cuerpo forma una unidad a la cual se unen los procesos alveolar, coronoides, angular, condilar y mentoniano. Cada subunidad está influenciada en su patrón de crecimiento por una matriz funcional que actúa sobre el hueso: los dientes actúan como matriz funcional para la unidad alveolar, los músculos temporales sobre el proceso coronoides, el masetero y pterigoideo medial actúan sobre el ángulo y la rama de la mandíbula y el pterigoideo lateral actúa sobre el proceso condilar (Sperber, 1989).

Se ha comprobado que el crecimiento y morfogénesis de las subunidades que constituyen la mandíbula es precedido por una condensación mesenquimatosas de células derivadas de la cresta neural y ocurre antes de que el mesénquima se diferencia a cartílago o hueso (Cottrill y col. 1989; Hurlé y col. 1989). El cese de la emigración de las células de la cresta neural es requisito previo para la iniciación de la condensación mesenquimatosas.

Al igual que Oliarguet y col. (1994), nosotros tampoco encontramos cartílago de Meckel antes del estadio 16. En el embrión de 7 mm (estadio 14) tan sólo

apareció ectomesénquima indiferenciado. Magitot y Robin (1862) observaron que en el embrión de 15 a 18 días el primer arco estaba constituido por dos tubérculos pero sin contener ningún cartílago; del día 25 al 28 se unían los dos tubérculos y aparecía en el centro del arco mandibular una pequeña tira cartilaginosa. En el embrión del estadio 18 de nuestro estudio, se observó ya, a nivel del primer arco, el cartílago de Meckel y en íntima relación con él la división del nervio mandibular en las ramas lingual y dentaria inferior, justo donde se formarán en estadios posteriores la osificación para formar el cuerpo de la mandíbula.

Tras examinar 25 embriones humanos y estudiar la relación entre el cartílago de Meckel y la osificación mandibular, Oliarguet y col. (1993) llegaron a las siguientes conclusiones, acordes en gran medida a nuestros resultados: Estadio 16, ya está formado el cartílago de Meckel pero no hay aún indicio de osificación membranosa. Estadio 20, comienza la osificación membranosa en forma de una fina banda en la vecindad del cartílago. Estadio 23, en el final del periodo embrionario se individualiza el cartílago de Meckel, la mandíbula ósea sigue osificándose, aparece bien diferenciado el surco gíngivo-lingual y la lámina dentaria.

Al igual que nosotros, Mérida Velasco y col. (1993); Oliarguet y col. (1993); Fernández Coppell (2011), encontraron al final del periodo embrionario (estadio 23) que el cuerpo de la mandíbula en formación, adoptaba una típica imagen en "Y" entre cuyas láminas se disponía el nervio dentario inferior. Dorsalmente y a partir del nivel donde se formaba la yema del primer molar, la lámina interna desaparecía y el nervio dentario inferior caminaba entre la lámina externa y el cartílago de Meckel. El primordio de la rama mandibular estaba formado sólo por una lámina alagada de osificación intramembranosa rodeada de mesénquima

condensado y lateralmente se disponía el músculo masetero que nosotros hemos observado tanto en los cortes transversales como en los sagitales.

Durante el periodo embrionario no existió ningún esbozo del CDI lo cual concuerda con los estudios sobre la mandíbula y el propio CDI realizado en diversos trabajos (Bollobas 1982; Oliarguet y col. 1993; Smartt y col. 2005; Fernández Coppel, 2011). En los fetos de 12 y 13 semanas, el nervio dentario inferior camina entre las dos láminas de la osificación mandibular en un canal abierto y en relación directa con los gérmenes dentarios. A las 14 semanas, se experimenta un notable crecimiento de la mandíbula y aparece un conducto mentoniano que se dirige hacia el foramen mentoniano pero aún no está delimitado el CDI, porque el nervio dentario inferior se dispone caudal a los gérmenes dentarios, muy próximo a la papila dental pero sin estar separado por una lámina o tabique tectal (Fernández Coppel, 2011). Será a finales de la vida intrauterina cuando surgen tabiques verticales incrustados entre los folículos dentales que separan los alveolos y un poco más tarde se forma un tabique horizontal para separar los folículos dentales del paquete vasculonervioso dentario inferior; se completa así la formación del conducto mandibular o dentario inferior (Abramovich, 1997). En los primeros meses de vida, el conducto mandibular es muy amplio y pueden aparecer trabéculas óseas que dividen al conducto en varios compartimentos para la circulación de dos o tres ramas de división del nervio dentario inferior (Chavez-Lameli y col. 1996; Shiozaky y col. 2013).

En la mandíbula adulta se ha constatado gran cantidad de agujeros, además del mentoniano y el mandibular, a los que se les ha asociado con situaciones de interés clínico (Kodera y Hashimoto, 1995; Nagar y col., 2001; Suazo y col. 2007; Rosano y col. 2009) Existen en la literatura descripciones de variaciones en número y situación de orificios en la mandíbula no descritos en la anatomía clásica, así

como variaciones en el número de conductos mandibulares. Desde una perspectiva embriológica, las variaciones en el número de conductos y agujeros en la mandíbula podría explicarse porque en los estadios iniciales del desarrollo, el nervio dentario inferior inerva al grupo de dientes anteriores y posteriores de forma independiente; más tarde, el rápido proceso de osificación membranosa mandibular determinaría la formación del conducto mandibular y sería capaz de configurar esta división (Goret-Nicaise y Pilet, 1983; Fernández Coppel, 2011).

La disposición y trayecto del CDI en las **disecciones** concuerda con la mayoría de las descripciones hechas en cadáveres (Olivier, 1927; Testut y Latarjet, 1975; Limbour y Totel, 1988; Fawcett y Edin, 1985; García-Porrero y Hurlé, 2003; Latarjet y col., 2004; Standring, 2005; Rouviere y Delmas, 2005; Amat y Smith-Agreda, 2007; Moore y col. 2010; Drake y col. 2010). Sin embargo, en cuanto al contenido del CDI abundantes trabajos publican que el nervio dentario inferior no ocupa un único conducto sino que se distribuye en forma plexiforme y que con frecuencia se le unen también, directamente o a través de sus ramas plexiformes, ramas perforantes que son parte de bandas neurovasculares procedentes de músculos adyacentes (Olivier, 1927; Grabriel, 1958; Carter y Keen, 1971; Nortje y col. 1977; Wadu y col. 1997; Granollers-Torrens y col. 1997; Juodzbaly y col. 2010; Rodella y col. 2012).

En los últimos años existen trabajos de revisión muy completos acerca de las variaciones anatómicas del CDI y de su contenido, con especial aplicación a la implantología y teniendo como base tanto estudios realizados en cadáver como *in vivo*, a través de tecnologías derivadas de la radiología. Destacaremos entre estas revisiones las llevadas a cabo por Juodzbaly y colaboradores (2010) en las que se revisa el conducto incisivo y el foramen mentoniano asociados a las múltiples variaciones de presentación y a las causas atribuibles a las mismas (edad, sexo,

raza, técnicas de estudio empleadas, características individuales y grado de dentición mandibular, con especial referencia a las edéntulas). En 2012, son Rodella y colaboradores quienes recogen los datos publicados hasta 2011 en la base de datos de PubMed con referencia a las variaciones anatómicas relacionadas con la inervación del maxilar y de la mandíbula, que incluyan estudios anatómicos, radiológicos o clínicos. En la revisión publicada por estos autores se recopilan las variaciones del nervio dentario inferior divulgadas por diferentes autores, así como las relaciones entre el nervio alveolar inferior y la arteria maxilar. Tan sólo hace un mes, se ha publicado la última revisión sistemática y meta-análisis llevada a cabo por Haas y col. (2015) sobre las variaciones anatómicas del conducto mandibular detectadas *in situ*, por radiografías panorámicas y mediante tomografía computarizada convencional y de haz cónico (CBCT).

De gran interés, aunque publicada en 1997, es la revisión bibliográfica que sobre las variaciones de la anatomía del nervio dentario inferior llevaron a cabo Granollers-Torrens y colaboradores, en la que tras analizar las publicaciones aparecidas hasta entonces, las relacionaron con las diferentes técnicas de diagnóstico por la imagen y con disecciones anatómicas en cadáveres lo que les permitió poner al día y describir las variaciones en cuanto a la morfología y recorrido del nervio dentario inferior por el interior de la mandíbula y sus relaciones con las diversas estructuras con las que entra en contacto.

Con respecto a nuestros resultados y los publicados en las revisiones citadas previamente queremos resaltar los principales puntos de acuerdo y desacuerdo.

El trazado y constitución del nervio dentario o alveolar inferior encontrado en nuestras disecciones no fue nunca plexiforme como los descritos por Oliver (1927) o Carter y Keen (1971) sino que se correspondía con el tipo 3 descrito por estos

últimos autores, en el que el nervio se separa desde el inicio de su recorrido por el CDI en dos ramas, una superior, delgada, y otra inferior, más gruesa que será la que abandone finalmente el conducto a través del agujero mentoniano.

Las variaciones que hemos observado en la porción del CDI del cuerpo mandibular, con especial referencia a los individuos edéntulos, son también concordantes con las descripciones del conducto realizadas en personas edéntulas, tras haberlas estudiado con técnicas de imagen (*in vivo*) o en disecciones cadavéricas (Gabriel, 1958; Wadu y col. 1997; Polland y col. 2001; Kieser y col. 2004). Además, Goaz y White (1987) observaron radiográficamente posiciones altas y bajas del CDI y Nortjé y col. (1977) encontraron que la disposición del conducto variaba con la edad pero no con relación al sexo.

En cuanto a las relaciones del CDI con las tablas óseas vestibular y lingual de la mandíbula durante su recorrido, hay variedad de opiniones dependiendo de la zona del recorrido en que se halle. Así para Howe y Poyton (1960) y Sicher y Dubrul (1987), el CDI estaba localizado normalmente por lingual a las raíces del tercer molar, mientras que para Azaz y col. (1976) y Cogswell (1989) estaría por vestibular. En nuestro estudio sobre cortes frontales de mandíbula seca, a nivel del tercer molar el CDI está más cerca de la tabla lingual que de la vestibular en las mandíbulas dentadas. Estamos de acuerdo con Stella y Tharanon (1990) y Gowgiel (1992) en que a partir de los premolares el CDI empieza a inclinarse hacia vestibular en busca del agujero mentoniano, en especial en las mandíbulas dentadas.

Referente a la localización del agujero mentoniano, tanto en las disecciones como en las mandíbulas secas hemos visto variaciones en su localización, tanto en sentido vertical (distancia a los bordes alveolar y basal) como horizontal (en su relación con los premolares). En este mismo sentido se hallan las descripciones

realizadas en múltiple trabajos efectuados tanto en disecciones como con técnicas radiológicas por la imagen (para revisión ver Granollers Torrens y col., 1997 y Juodzbalys y col. 2010, donde se describen variaciones de tamaño, forma, localización y dirección de apertura del foramen, en relación con la edad, sexo, raza y áreas geográficas).

En las disecciones no encontramos un bucle o asa anterior del nervio dentario inferior justo antes de salir por el agujero mentoniano, ni tampoco la presencia de un conducto mentoniano previo al agujero. Sí la encontramos, no obstante, en una de las mandíbulas secas, en la que aparecía un pequeño conducto mentoniano en dirección opuesta y superior al CDI. En la revisión bibliográfica practicada por Juodzbalys y col. (2010) transcribe resultados de artículos de otros investigadores donde llegan a observar desde un 24 % de presencia de asa anterior en el transcurso de disecciones (Rosenquist, 1996) hasta el 88 % visto en radiografía (Neiva y col. 2004), con longitudes del conducto mentoniano también muy variables, desde 0,5 hasta 11 mm. En nuestro caso, el conducto mentoniano presente en la mandíbula seca tuvo un recorrido corto, de 1,6 mm.

El paquete neurovascular en nuestras disecciones estuvo envainado por tejido fibroso y en su interior se disponían dos ramas nerviosas, adosadas una a la otra y, por debajo, discurría la arteria alveolar inferior. No fuimos capaces de distinguir vasos venosos dentarios inferiores. En este mismo sentido, muchas de las descripciones de la disección del contenido del paquete neurovascular del CDI sólo citan a la arteria alveolar o dentaria inferior y Polland y col. (2001) describe la arteria como único vaso que transita junto al nervio dentario inferior ya que las venas asociadas fueron indistinguibles. Tan sólo Wadu y col. (1997) señalan que dentro del paquete dentario envuelto por una gruesa fascia pueden disecarse su contenido que, en la rama mandibular, está compuesto por vasos que caminan

mediales al nervio, la vena por delante de la arteria, mientras en el cuerpo mandibular la vena se sitúa por encima de la arteria.

En el presente estudio se eligieron 225 **radiografías panorámicas** de pacientes de una clínica dental privada; la explicación de la elección de este tipo de radiografías, radica en que es la principal herramienta del profesional para la cirugía oral, aunque solo detecta grandes disminuciones de la masa ósea (superiores a un 30%).

En estas radiografías se produce una superposición de estructuras, ya que presenta la tridimensionalidad ósea en dos dimensiones. De este modo obtenemos las densidades de aire, grasa, agua, hueso y metal, yendo de más translúcido a radiopaco, interpretándose en la radiografía como un color negro la translucidez, que corresponde con agua, grasa o aire, a una radiopacidad, que se corresponde con el hueso o el metal, siendo este último el más radiopaco y por tanto lo más blanco de la radiografía.

Las radiografías panorámicas constituyen según nuestros estudios una parte fundamental para la evaluación dental de rutina y son útiles para el diagnóstico precoz de la osteoporosis, ya que según estudios como el de Taguchi y col. (2006), permiten valorar la densidad mandibular, mediante índices radiomorfométricos, utilizando como referencia la anchura de la cortical mandibular o el foramen mandibular; obteniendo con estas medidas el índice panorámico mandibular y el cortical mandibular de Taguchi.

Conocer la topografía del nervio dentario inferior con exactitud, precisión y de un modo claro, es imprescindible en la práctica cotidiana de la odontología. En la sociedad moderna los pacientes exigen, cada vez más, que las actuaciones

profesionales se lleven a cabo con el máximo confort, en especial aquellas que comportan de forma natural la provocación de un dolor aunque sea a cambio de beneficio. Sabemos que el dolor es un mecanismo de defensa del organismo, ya que permite reconocer una agresión evitando así un daño tisular. Sin embargo, para el paciente es una sensación subjetiva desagradable que constituye el elemento más llamativo en los tratamientos odontológicos, en especial el acto quirúrgico (López Arranz, 1991).

De todas formas, actualmente las circunstancias han cambiado, proporcionando al hombre contemporáneo una serie de medidas, que contribuyen a controlar el dolor y también a que se reduzcan los sentimientos de miedo y angustia que suelen acompañar a lo que nos es desconocido. Un ejemplo claro lo tenemos en el campo de la odontología con la introducción de la anestesia local (Berini y Gay Escoda, 2000).

En el tema que nos ocupa, adquiere relevancia el bloqueo troncal del nervio alveolar inferior, es la anestesia “troncular”, por excelencia, nombre que se ha impuesto popularmente. Parece ser que la primera anestesia troncal del nervio alveolar inferior fue realizada en Nueva York el año 1884 por Halsted, aunque en nuestro ámbito no tuvo aceptación rutinaria hasta bien entrada la década de los 70, sobre todo gracias al uso masivo que tuvo dentro del campo quirúrgico; hoy día es una técnica habitual en numerosas actuaciones odontológicas, especialmente en implantología de la mandíbula.

Estudios de Orhan y col.(2011) y Mizbah y col.(2012) demuestran que conocer la trayectoria del conducto dentario inferior es importante en la práctica de la odontología, porque cualquier ramificación (bifurcación) puede ser la causante de una mala anestesia, siendo importante ya que en odontología la

anestesia local es una práctica diaria para el odontólogo y toda anestesia técnicamente correcta, realizada con un anestésico de garantía, tiene que ser eficaz. No obstante, estudios anteriores, como el de Vinckier (2000), estiman un fracaso del 10% para el bloqueo del nervio dentario inferior.

En nuestro caso, hemos hecho el estudio por grupos de edad eligiendo 3 grupos (18 a 40 años; 40 a 60 años y mayores de 60), acorde con la distribución realizada en estudios previos por Taguchi y col. (2006) y Konstantinos y col. (2007) y responde tanto a la intención de querer simplificar los resultados como a la de poder comparar los resultados posteriormente.

En nuestro estudio nos hemos encontrado con un 5% de bifurcación a nivel retromolar, con una incidencia mayor en la hemimandíbula derecha que llega al 80% de la furcaciones observadas. Estos datos difieren de los señalados en otros estudios como es el caso de Orhan y col. (2011), que encontraron hasta un 28% de bifurcaciones.

Tiene especial relevancia en el ejercicio de la profesión odontológica el detectar este tipo de variación del dentario inferior, ya que la patología del tercer molar (primer rango de edad de 18 a 40 años) adquiere muchas veces un papel protagonista y un reto importante, sobre todo si nos vemos obligados a efectuar una exodoncia quirúrgica. El potencial riesgo de lesiones del nervio dentario inferior o del paquete vascular, requiere tener un conocimiento preciso de las estructuras anatómicas adyacentes en general y de ciertos detalles anatómicos en particular, si bien es cierto que coincidimos con otros estudios como el de Blaeser y col. (2003) y Bell (2004) en los que se indica que la mayoría de los terceros molares mandibulares no están íntimamente ligados al nervio dentario inferior, pese a la superposición del tercer molar y del conducto visto en las radiografías

panorámicas (en nuestro estudio un 80%) y pueden ser exodonciados con seguridad sin causar daño al nervio, no encontrando especial diferencia entre los pacientes con o sin osteoporosis.

El conducto mandibular por el que viaja el paquete vásculonervioso se origina en el foramen mandibular, localizado en la cara medial de la rama de la mandíbula, protegido por la línula. Desciende en una trayectoria ánteromedial a través del hueso esponjoso, inferior a las raíces de las piezas dentarias inferiores, finalizando en el agujero mentoniano.

Según Liu (2009), el CDI tiene una longitud de 62,4 mm de media, cuando se mide en ortopantomografía.

Según nuestro estudio la longitud media del conducto medida en ortopantomografía, es de 79,7 mm en mujeres con osteoporosis y de 85,2 mm en mujeres sin osteoporosis, y el de hombres y mujeres juntos, sobre 20 pacientes, es de 85 mm.

Nortjé y col (1978) apreciaron que en el 60% de las 3612 radiografías panorámicas analizadas, las paredes gruesas del conducto mandibular inferior se iban estrechando progresivamente hacia el agujero mentoniano.

En nuestro estudio sobre las 225 radiografías estudiadas, también coincidimos con este estudio, siendo en nuestro caso ligeramente inferior el porcentaje, disminuyendo hasta un 52%. Pasando de media de 3,6 mm a nivel del tercer molar (mujeres 3 mm y hombres 4 mm), a 3 mm (3,2 mm en hombres y 2,2 mm en mujeres) a la altura del primer molar y terminando en 2 mm de media (2,4 mm en hombres y 1,2 mm en mujeres) a nivel mentoniano.

Realizamos también un apartado del trabajo, en el que se analizaron las diferencias del conducto entre mujeres con más de 45 años con osteoporosis y sin osteoporosis, encontrando diferencias significativas, lo primero en cuanto a la longitud del conducto, como hemos descrito anteriormente; en segundo lugar, en cuanto al diámetro del mismo siendo de media un milímetro más estrecho en pacientes con osteoporosis a lo largo del recorrido, es decir el conducto dentario inferior se hace sensiblemente más estrecho, y por consiguiente más difícil de detectar para una buena cirugía, en especial a la altura del primer molar, donde se encontró un 36% de los pacientes con 1 ó 0 mm de grosor, que llegó a hacerse indetectable en radiografía panorámica, en cuyo caso sería imprescindible realizar un TAC para poder visualizarlo.

El análisis del segundo punto de referencia, situado a nivel del primer molar, es importante porque es donde mayor cirugía oral se realiza a la hora de la colocación de implantes y es donde más variación hay en cuanto a la pérdida de altura ósea que se produce por ausencia del primer molar. Esta pieza dentaria, según nuestra experiencia es la que más se repone mediante implantes, sobre todo en el segundo rango de edad de 40 a 60 años. En este rango de edad, tanto en mujeres como en hombres, a medida que avanza la edad, la diferencia de los puntos B1 y B2, es decir la altura entre la cortical superior e inferior mandibular respecto al conducto dentario va disminuyendo. Este descenso se hace más acusado en los pacientes con ausencia de piezas y con una baja densidad ósea, no encontrando diferencia entre hombres y mujeres. Las pacientes con osteoporosis tienen una serie de problemas: el primero es una gran erosión de la corteza y la existencia de defectos semilunares coincidiendo con otros estudios como Taguchi y col. (2005); Hua y col. (2008) y Gomes y col. (2014); El segundo que observamos en las imágenes panorámicas de pacientes con osteoporosis es que el conducto

dentario inferior es más difícil de visualizar, por su menor densidad mineral ósea; en tercer lugar se observa un descenso acusado de la densidad ósea en el cuerpo mandibular debido a que las trabéculas óseas son más grandes y más radiolúcidas, interfiriendo en la osteointegración del implante y en su estabilidad primaria. Esta característica tiene especial interés, ya que desde la aparición de los implantes intraóseos con forma de raíz (Brånemark. 1983) el grado de relevancia de la implantología, se sitúa como uno de los más importantes desde el advenimiento de la anestesia local.

Es evidente que el tratamiento implantológico quirúrgico ha mejorado notablemente. También en pacientes con osteoporosis aparece una tendencia de éxito creciente, aunque supone un reto mayor para el profesional. En este sentido, la mayor parte de las contraindicaciones clásicas absolutas son cada vez más provisionales. Ahora bien, los estudios publicados demuestran que en estos pacientes, generalmente, las tasas de éxito son menores. En primer lugar, porque la inserción de los implantes se realiza en un huésped con una respuesta tisular modificada por su enfermedad; así, se observa un descenso acusado de la densidad ósea en el cuerpo mandibular, lo cual influye en la estabilidad primaria del implante, según describieron Marquezan y col. (2011). En segundo lugar, porque debido a la relación dinámica entre el estado sistémico del paciente y el mantenimiento de los implantes, es imposible conocer o prever la evolución de la enfermedad del paciente y las complicaciones futuras que pudieran aparecer y afectar a la osteointegración.

Otro factor importante a tener en cuenta es la bifurcación del CDI a la altura del primer molar. Analizando estudios de otros investigadores como Orhan y col. (2011), Mizbah y col. (2012), Leite y col. (2013) y Correr y col. (2013) de los que extraemos diferentes clasificaciones del dentario inferior, coincidentes todas ellas

en que es el punto de mayor incidencia de bifurcación, con un porcentaje medio del 20%. Nuestro estudio discrepa con ellos, en que el porcentaje encontrado es inferior, situándolo en torno al 11%, sin encontrar una diferencia significativa entre hombres y mujeres.

En el tercer punto de referencia (a la altura del agujero mentoniano), se realizó un análisis morfométrico de los agujeros mentonianos de ambos lados. Se midieron las distancias desde las corticales superior e inferior del agujero mentoniano hacia la cresta alveolar y basal mandibular respectivamente, resultando como media 15 y 10 mm respectivamente, sin encontrar diferencias significativas entre hombres y mujeres ni entre ambas hemimandíbulas, coincidiendo con los datos expuestos por Chrcanovic col. (2011) y Budhiraja y col. (2013).

En último lugar realizamos el estudio del CDI en individuos desdentados (tercer rango de edad de más de 60 años) donde observamos una reabsorción del hueso alveolar más acentuada que en pacientes dentados (cuanto más precoz es la pérdida de los dientes, mayor es el grado de reabsorción), según Cawood y Howel. (1988) que midieron las distancias del CDI respecto a la cortical superior y la basal de los maxilares desdentados. Los valores medios de las mediciones respecto a la cortical superior fueron significativamente diferentes entre dichos grupos, mientras que los valores medios de las mediciones respecto a la cortical inferior no presentaron diferencias estadísticamente significativas, lo cual coincide con nuestras mediciones (10 mm). En otros casos de medición a nivel cortical superior tanto en mandíbula seca, como en cadáver y en los estudios radiográficos en pacientes clínicos apreciamos que la salida del nervio dentario inferior coincide con la cortical superior mandibular.

Cuando se compararon los hallazgos morfométricos sobre los tres puntos señalados correspondientes a los pacientes de nuestro entorno geográfico con los resultados aportados por otros autores en ciudadanos turcos y holandeses (Orhan y col. 2011 y Mizbah y col. 2012), se comprobó una coincidencia en cuanto a la zona con mayor porcentaje de variación en el CDI, que es a la altura del primer molar; sin embargo, discrepamos en el porcentaje (20%), ya que en nuestro medio la incidencia es sensiblemente inferior (11%). En cuanto a la comparación de resultados relacionados con las variaciones del CDI en pacientes con osteoporosis, los resultados obtenidos en nuestro entorno coinciden con otros estudios realizados en Brasil y en Japón (Taguchi y col. 2005; Hua y col. 2008; Gomes y col. 2014), encontrando en todos los casos una gran erosión de la corteza y un descenso acusado de la densidad ósea.

7. Conclusiones

Después de haber realizado un estudio exhaustivo del CDI (ontogenia, anatomía macroscópica en cadáver, mandíbulas seca y sobre soporte radiográfico), comparando los datos en diferentes edades, sexo y patología osteoporótica, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

1. En el periodo embrionario analizado se pasa del contenido exclusivo mesenquimatoso del primer arco faríngeo a la aparición del cartílago de Meckel y después, al final del periodo embrionario, al inicio de la osificación del cuerpo mandibular en el mesénquima laterocondral.
2. El boceto de la mandíbula en vías de osificación se muestra como una doble lámina en forma de “Y” abierta cranealmente y conteniendo al nervio dentario inferior. La placa en vías de osificación se extiende desde la unión sinfisaria del cartílago de Meckel hasta la zona de la futura rama de la mandíbula aunque con modificaciones en su morfología.
3. Durante el periodo embrionario no se forma el conducto dentario inferior, solo existe un canal entre las láminas del centro de osificación mandibular. Según la revisión bibliográfica, el conducto sólo se completa al final de la vida fetal, cuando aparece una lámina horizontal alveolar que cierra el canal preexistente.
4. Tanto la disección como los cortes en mandíbula seca mostraron diferencias en el trayecto y relaciones del CDI entre las muestras analizadas. Los cambios estuvieron relacionados, más que con el sexo o edad, con el número de piezas dentarias presentes en la mandíbula, siendo más acusadas en las mandíbulas edéntulas que en las dentadas o parcialmente dentadas.

5. A pesar del número limitado de muestras anatómicas empleadas, la mayor incidencia de variaciones relativas al CDI se centró en el foramen mentoniano, con diferencias en cada una de las muestras analizadas tanto en fresco como en hueso seco. Los cambios se centraron en el tamaño, morfología y disposición del foramen, así como en la presencia o ausencia de asa mentoniana, relativa a la forma de terminar el CDI sobre el foramen mentoniano.
6. Las radiografías panorámicas de la mandíbula, han demostrado ser una buena herramienta para el diagnóstico precoz de la osteoporosis, lo que permitirá una mejor elección del procedimiento quirúrgico para estos pacientes.
7. Las variaciones radiográficas más frecuentes del CDI se detectaron a la altura del primer molar, constituyendo un dato relevante y a tener en cuenta en la práctica odontológica, ya que coincide con el punto de mayor incidencia en la cirugía implantológica.
8. Las diferencias radiográficas del CDI a nivel del primer molar son tales, tanto en sujetos normales como osteoporóticos, que el conducto llegó a hacerse imperceptible por lo que aconsejamos para evitar complicaciones en el transcurso de la cirugía implantológica recurrir al uso de las nuevas tecnologías de radioimagen.
9. Las incidencias y variaciones del CDI a nivel del tercer molar, adquieren interés por la patología propia del cordal que obliga en numerosas ocasiones a la exodoncia, lo que supone un reto y riesgo por las íntimas relaciones nervio-diente. También tiene importancia porque es la zona del conducto donde surgen mayor número de variantes en la división o incorporación de ramas nerviosas al paquete neurovascular dificultando y complicando así la anestesia “troncular”.

10. El menor número de variaciones en los datos morfométricos del CDI con respecto a las superficies óseas mandibulares se halló a nivel del foramen mentoniano, contrastando así con los hallazgos morfológicos.
Morfométricamente no se encontraron diferencias significativas entre pacientes osteoporóticos y no osteoporóticos. No obstante, si hubo diferencias relativas al CDI y al propio foramen mentoniano con respecto a la distancia y relaciones con la apófisis alveolar, al analizar pacientes dentados y edéntulos.
11. Comparando los resultados obtenidos en pacientes de nuestro entorno con pacientes de otras áreas geográficas, descritos por autores analizados en la revisión bibliográfica, concluimos que si existen diferencias significativas en cuanto a los porcentajes de las bifurcaciones encontradas en el conducto dentario inferior de pacientes sin osteoporosis; pero no hay diferencias significativas entre las variaciones y complicaciones existentes en las pacientes con osteoporosis.

8. Bibliografía

Abramovich A. (1997). Embriología de la región maxilofacial. 3ª ed. Edit. Panamericana. Madrid.

Amat P. (1990). ESCOLAR, Anatomía Humana, funcional y aplicada. 4ª edic. Editorial Espaxs. Barcelona.

Amat P, Smith-Agreda JM. (2007). ESCOLAR, Anatomía Humana, funcional y aplicada. 5ª edic. Editorial Espaxs. Barcelona.

Anil A, Peker T, Turgut HB, Gülekon IN, Liman F. (2003). Variations in the anatomy of the interior alveolar nerve. Br J Oral Maxillofac Surg. 41(4):236-239.

Antolín Gómez C. (1989). Aportaciones a la morfología del conducto dentario inferior y su contenido. Tesis Doctoral. Facultad de Medicina. Universidad de Zaragoza.

Arora J, Mehta V, Gupta V, Suri RK, Rath G, Das S. (2010). Asymmetrical bilateral double mandibular canals: anatomicoradiological study and clinical implications. Clin Ter 161(2): 155-158.

Auluck A, Pai KM, Mupparapu M. (2007). Multiple mandibular nerve canals: radiographic observations and clinical relevance. Report of 6 cases. Quintessence Int 38(9): 781-787.

Arteaga SM, García MI. (2014). Embriología humana y Biología del desarrollo. 1ª ed. revisada. Edit. Médica Panamericana. Madrid.

Azaz B, Lustmann J. (1973). Anatomical configurations in dry mandibles. Br J Oral Surg 11: 1-9.

Azaz B, Sheteyer A, Piamenta M (1976). Radiographic and clinical manifestations of the impacted mandibular third molar. Int J Oral Surg 5: 153-160.

Azcarate-Velázquez F, Bertos-Quilez J, Marmesat-Guerrero F, Núñez-Arcos P, Hernández-Alfaro F, Ferrés-Padrós E, Gutiérrez JL, Torres-Lagares D. (2015). Fiabilidad del uso de la tomografía computarizada de haz cónico en la localización y medida del conducto mandibular en la planificación de técnicas quirúrgicas en el cuerpo mandibular. *Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial*.37:182-187.

Barcia Goyanes JJ. (1978). *Onomatología anatómica nova. Historia del lenguaje anatómico*. Universidad de Valencia. Secretariado de Publicaciones.

Barnngkei I, Al Haffar I, Khattab R. (2014). Osteoporosis prediction from the mandible using cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent*. 44:263-271.

Bee MT, Rabban M, Sethi H, Tran T, Baker Ch, Forbes B. (2010). Variability in the location of the mandibular foramen in African-American and Caucasian population of male and female Skulls. *Clin Anat* 23:394-398.

Beeching B. (1983). *Radiología dental. Interpretación de imágenes*. 1ª ed. Editorial Ediciones Doyma. Barcelona, pp1-11.

Bell G. (2004). Use of dental panoramic tomographs to predict the relation between mandibular third molar teeth and the inferior alveolar nerve radiological and surgical findings, and clinical outcome. *Br J Oral Maxillofac Surg* 42:21-27.

Benediktsdóttir IS, Wenzel A, Petersen JK, Hintze H. (2004). Mandibular third molar removal: risk indicators for extended operation time, postoperative pain, and complications. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 97: 438-446.

Berini Aytes L, Gay Escoda C. (2000). *Anestesia Odontológica*. 2ª Ed. Ediciones Avances. Madrid. pp.27-46 y 247-273.

Berraquero R, Palacios J, Gamallo C, de la Rosa P, Rodríguez JI. (1995). Prenatal growth of the human mandibular condylar cartilage. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 108: 194-200.

Blaeser BF, August MA, Donoff RB, Kaban LB, Dodson TB. (2003). Panoramic radiographic risk factors for inferior alveolar nerve injury after third molar extraction. *J Oral Maxillofac Surg.*61:417-421.

Bollobás E.(1981). Adatok a mandibula fetális fejlődéséhez (Investigation of the mandible structure during the fetal life). *Stomatol Hung.* 74:310.

Bollobás E.(1982). Embryonic development of the mandibular canal. *Acta Morphologica Acad. Sic. Hung.* 30:233-239.

Boronat López A, Peñarrocha Diago M. (2006). Fracasos de la anestesia loco-regional en Odontología. Revisión bibliográfica. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 11: E510-E513.

Bränemark PI. (1983). Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 50:399-410.

Bränemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, Carlsson GE. (1985). *Tissue-Integrated prostheses.* Quintessence Publishing. Chicago.

Budhiraja V, Rasogi R, Lalwani R, Goel P, Bose SC. (2013). Study of position, shape, and size of mental foramen utilizing various parameters in dry adult human mandibles from north India. *ISRN anatomy.* 2013:961429.

Carter RB, Keen EN. (1971). The intramandibular course of the inferior alveolar nerve. *J Anat* 108:433-440.

Cawood JI, Howel RA. (1988). A classification of edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 17:232-236.

Chrcanovic BR, Abreu MH, Custódio AL. (2011). Morphological variation in dentate and edentulous human mandibles. *Surg Radiol Anat* 33:203-213.

Claeys V, Wackens G. (2005). Bifid mandibular canal: literature review and case report. *Dentomaxillofac Radiol* 34: 55-58.

Cogswell WW. (1989). Surgical problems involving the mandibular nerve. *J Am Dent Assoc* 29:964-969.

Cohn MJ. (2002). Lamprey Hox genes and the origin of jaws. *Nature* 416: 386-387.

Coqueugniot H, Mingugh-Purvis N. (2003). Ontogenetic patterning and phylogenetic significance of mental foramen number and position in the evolution of upper Pleistocene *Homo sapiens*. En: J. Thompson; GE Krovitz y AJ Nelson (Eds): *Patterns of Growth and Development in the Genus Homo*. Cambridge University Press. Cambridge.

Correr GM, Iwanko D, Leonardi DP, Ulbrich LM, Araújo MR, Deliberador TM. (2013). Classification of bifid mandibular canal using cone beam computed tomography. *Braz Oral Res* 27:510-516.

Cottrill CP, Archer CW, Wolpert L. (1987). Cell sorting and chondrogenic aggregate formation in micromass culture. *Dev Biol*. 122:503-515.

Das S, Suri R. (2004). Anatomico-radiological study of an accessory mandibular foramen on the medial mandibular Surface. *Folia Morphol* 63: 511-513.

Desantis JL, Liebow C. (1996). Four common mandibular nerve anomalies that lead to local anesthesia failures. *J Am Dent Assoc* 127(7): 1081–1086.

Drake RL, Vogl AW, Mitchel AWM. (2010). *GRAY Anatomía para estudiantes*, 2ª edic. Ed. Elsevier, Barcelona.

Drenckhahn D, Waschke J. (2009). *Beninghoff y Drenckhahn, Compendio de Anatomía*. Edit Médica Panamericana, Madrid.

Enlow DH. (1982). *Handbook of facial growth*. Philadelphia: WB Saunders, pp: 1-186.

Engström H, Sagne S. (1980). The anatomy of the lower-third-molar roots and its relation to the mandibular canal. *Swed Dental J*. 4:169-175.

Fawcett E, Edin MB. (1985). The structure of the inferior maxilla with special reference to the position of the inferior dental canal. *J Anat* 29: 355-366.

Fernández-coppel AC. (2011). *Desarrollo del conducto mandibular en el hombre (canalis mandibulae)*. Tesis Doctoral. Facultad de Estomatología III (Medicina y Cirugía Buco-Facial). Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

Franks AS, Hedegård B. (1976). *Odontología Geriátrica*. Ed. Labor. Barcelona.

Fukami K, Shiozaki K, Mishima A, Kuribayashi A, Hamada Y, Kobayashi K. (2012). Bifid mandibular canal: confirmation of limited cone beam CT findings by gross anatomical and histological investigations. *Dentomaxillofac Radiol*. 41:460-464.

Figun ME, Garino RD. (2001). *Anatomía Odontológica funcional y aplicada*. Edit. El Ateneo, Buenos Aires.

Gabriel AC. (1958). Some anatomical features of the mandible: mandibular canal and mental foramen. *J Anat* 92: 580-586.

García Porrero JA, Hurlé JM. (2005). *Anatomía Humana*. Ed. McGraw Hill-Interamericana, Madrid.

Gilbert SC. (2003). *Biología del desarrollo*. 7ª edición. Edit. Médica Panamericana. Madrid.

Gómez de Ferraris ME, Campos Muñoz A. (2002). *Histología y Embriología bucodental*. 2ª ed. Editorial Panamericana. Madrid.

Gómez Mattaldi RA. (1968). *Radiología odontológica*. Edit Mundi. Buenos Aires.

Goret-Nicaise M, Pilet D. (1983). A few observations about Meckel's cartilage in the human. *Anat Embryol* 167:365-370.

Gowgiel JM. (1992). The position and course of the mandibular canal. *J Oral Implant* 18: 383-385.

Grammatopoulos GA, Bell E, Toole L, Lumsden A, Tucker AS. (2000). Homeotic transformation of branchial arch identity after Hoxa2 overexpression. *Development* 127: 5355-5365.

Granollers Torrens M, Berini Aytés L, Gay Escoda C. (1997). Variaciones de la anatomía del nervio dentario inferior. Revisión bibliográfica. *Anales de Odontoestomatología* 1: 24-29.

Goaz PW, White SC. (1987). Normal radiographic anatomy. En: Goaz PW. *Oral radiology principles and interpretation*. 2nd ed. St. Louis C.V. Mosby: 174-199.

Gomes GC, de Rezende Barbosa GL, Bello RP, Bóscolo FN, de Almeida SM. (2014). A comparison of the mandibular index on panoramic and cross-sectional images from CBCT exams from osteoporosis risk group. *Osteoporos Int.*25:1885-1890.

Gülekon N, Anil A, Poyraz A, Peker T, Turgut HB, Karaköse M. (2005). Variations in the anatomy of the auriculotemporal nerve. *Clin Anat* 18(1): 15–22.

Guralnik WC. (1971). *Tratado de Cirugía Oral*. Ed. Salvat. Barcelona.

Guy Poyton H, Pharoah MJ. (1996). *Radilografía bucal*. 2ª Ed. Editorial Interamericana. McGraw-Hill. Madrid. pp 2-11.

Haas LF, Dutra K, Porporatti A, Mezzomo LA, Canto GI, Flores-Mic C, Correa M. (2015). Anatomical variations of mandibular canal detected by panoramic radiography and computed tomography: a systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofac Radiol*, Nov 18:20150310.(Epub ahead of print)

Haülp K, Meyer W, Schuchardt K. (1958). *Tratado General de Odontoestomatología*. Ed. Alhambra. Madrid.

Hill CM, Mostafa P, Thomas DW, Newcombe RG, Walker RV. (2001). Nerve morbidity following wisdom tooth removal under local and general anaesthesia. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 39: 419-422.

Howe GL, Poyton NC. (1960) Prevention of damage to the inferior dental nerve during the extraction of mandibular third molar. *Br Dent J* 109:355-363.

Hua Y, Nackaerts O, Duyck J, Maes F, Jacob R. (2009). Bone quality assessment based on cone beam computed tomography imaging. *Clin Oral Impl* 20: 767-771.

Hurlé JM, Gana Y, Marcias D. (1989). Experimental analysis of the in-vivo

chondrogenic potential of the interdigital mesenchyme of the chick leg bud subjected to local ectodermal removal. *Dev Biol* 132: 368-374.

Hwang K, Lee WJ, Song YB, Chung IH. (2004). Vulnerability of the inferior alveolar nerve and mental nerve during genioplasty: An anatomic study. *Craniofac Surg* 16: 10-14.

Infante Contreras C. (2009). Fundamentos para la evaluación del crecimiento, desarrollo y función craneofacial. Publicación On line. ISBN 978-958-444-286-4. Universidad Normal de Colombia. Bogotá.

Jagelavicienè E, Kubilius R. (2006). The relationship between general osteoporosis of the organism and periodontal diseases. *Medicina (Kaunas)*. 42(8):613-618.

Jerolimov V, Kolber P, Stanicic T, Bagic I. (1998). Assessment of position of foramen mandibulae in recent adult population. *Coll Antropol* 22: 169-177.

Jorgensen NB, Hayden J Jr. (1970). *Anestesia Odontológica*. Ed. Interamericana. Mexico DF.

Juodzbaly G, Wang HL, Sabalys G. (2010). Anatomy of mandibular vital structures. Part II: Mandibular incisive canal, mental foramen and associated neurovascular bundles in relation with dental implantology. *J Oral Maxillofac Res*. 1; 1(1): e3. doi: 10.5037/jomr.2010.1103. eCollection 2010.

Juodzbaly G, Wang HL. (2010). Identification of the mandibular vital structures: practical clinical applications of anatomy and radiological examination

methods. *J Oral Maxillofac Res.* 2010 Jul 1; 1(2):e1. doi: 10.5037/jomr.2010.1201. eCollection 2010.

Karamifar K, Shahidi S, Tondari A. (2009). Bilateral bifid mandibular canal: report of two cases. *Indian J Dent Res* 20: 235-237.

Keros J, Kobler P, Baucic' I, Cabob T, (2001). Foramen mandibulae as an indicator of successful conduction anaesthesia. *Coll Antropol* 25: 327-331.

Kieser JA, Paulin M, Law B. (2004). Intrabony course of the inferior alveolar nerve in the edentulous mandible. *Clin Anat* 17: 107-111.

Kjaer I, Keeling JW, Fischer Hansen B. (1999). The prenatal human cranium – normal and pathologic development-.edit. Munrsgaard, Copenhagen.

Klemetti E, Kolmakov S, Kroger H. (1994). Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *Scand J Dent Res* 102: 68-72.

Kodera H, Hashimoto I. (1995). A case of mandibular retromolar canal: elements of nerves and arteries in this canal. *Kaibogaku Zasshi.* 70:23-30.

Konstantinos VZ, Chris SA, George VA, Ivoni F, John NM, Jhon D, Eugenios KE. (2007) Mandibular radiomorphometric measurements as indicators of possible osteoporosis in postmenopausal women. *Maturitas.* 58: 226-235.

Krarup S, Darvann TA, Larsen P, Marsh JL, Kreiborg S. (2005). Three-dimensional analysis of mandibular growth and tooth eruption. *J Anat* 207:669-682.

Kuratani S, Nobusada Y, Horigome N y Shigetani Y. (2001). Embryology of the lamprey and evolution of the vertebrate jaw: Insights from molecular and development perspectives. *Philos. Trans Roy Soc Lond B* 356: 1615-1632.

Kurihara S, Enlow DH, Rangel RD. (1980). Remodeling reversals in anterior parts of the human mandible and maxilar. *Angle Orthod* 50: 98-106.

Larsen WJ (2003). *Embriología Humana*. 3ª edición Ed. Elsevier. Madrid.

Latarjet M, Ruiz Liard A, Pró E. (2004): *Anatomía Humana*. Editorial médica Panamericana, Madrid.

Lavelle CLB. (1985). Preliminary study of mandibular shape after tooth loss. *J Prosthet Dent* 53: 726-730.

Leite GMF, Lana JP, Machado VC, Manzi FR, Souza PEA, Horta MCR. (2014). Anatomic variations and lesions of the mandibular canal detected by cone beam computed tomography. *Surg Radiol Anat* 36: 795-804.

Lew K, Townsen G. (2006). Failure to obtain adequate anaesthesia associated with a bifid mandibular canal: a case report. *Aust Dent J* 51(1): 86-90.

Libersa P, Roze D, Libersa JC, Courtand G, Picquet F. (2003). Preliminary results and evidence of early regeneration in inferior alveolar nerve fibers. *Surg Radiol Anat* 24: 354-357.

Limbour P, Totel C . (1988) Anatomie et pathologie du canal dentaire inférieur. *Rev Odontoestomatol* 17: 189-195.

Lin MH, Mau LP, Cochran DL, Sjied YS, Huang PH, Huang RY. (2014). Risk assessment of inferior alveolar injury for immediate implant placement in the posterior mandible: A virtual implant placement study. *J Dent* 42: 263-270.

Lindhe J. (2005). *Periodontología clínica e implantológica*. 4ª edic. Edit. Panamericana. Buenos Aires.

Lippert H. (2010). Anatomía con orientación clínica para estudiantes. Ed. Marbán, Madrid

Lipski M, Tomaszaewska IM, Lipska W, Tomaszewski KA. (2013). The mandible and its foramen: anatomy, anthropology, embryology and resulting clinic implications. *Folia Morphol* 72: 285-292.

López Arranz JS. (1991) Cirugía Oral. Madrid. Edit. Interamericana McGraw Hill.

Liu T, Xia B, Gu Z (2009). Inferior alveolar canal course: A radiographic study. *Clin Oral Implants Res* 20(11): 1212-1218.

Madan GA, Madan SG, Madan AD. (2002). Failure of inferior alveolar nerve block: exploring the alternatives. *J Am Dent Assoc* 133(7): 843–846.

Mader CL, Konzelman JL. (1981). Branching mandibular canal. *Oral Surgical*. 51:332-338.

Magitot E; Robin CH. (1862). Mémoire sur un organe transitoire de la vie foetal désigné sous le nom de cartilage de Meckel. *Ann Sc Nat* 4^e série Zool 18: 213-241.

Marquezan M, Osório A, Sant'Anna E, Souza MM, Maia L. (2012). Does bone mineral density influence the primary stability of dental implants? A systematic review. *Clin oral implants res*. 23: 767-774.

Mayora J, Mayoral G. (1971). Ortodoncia. 2^a ed. Editorial Labor. Barcelona. pp. 56-99.

Mbajjorgu FE. (2000). A study of the position of the mandibular foramen in adult black Zimbabwean mandibles. *Central Afr J Med* 46: 184-190.

- McCollum M, Sharpe PT. (2001). Evolution and development of teeth. *J Anat* 199: 153-159.
- McManus JFA, Mowru RW. (1968). Técnica histológica. Atika, S.A. Madrid.
- Mead SV. (1957). La anestesia en Cirugía Dental. 2ª ed. Ed. Unión Tipográfica Hispanoamericana. Mexico DF.
- Mérida Velasco JA, Sánchez Montesinos I, Espín Ferra J, García García JD, Roldán Schilling V. (1993). Developmental differences in the ossification process of the human corpus and ramus mandibulae. *Anat Rec.* 235:319-324.
- Misch EC (2006). Prótesis dental sobre implantes. Ed. Elsevier. Barcelona.
- Mizbah K, Gerlach N, Maal TJ, Bergé SJ, Meijer GJ. (2012). The clinical relevance of bifid and trifid mandibular canals. *Oral Maxillofac Surg* 16: 147-151.
- Moore KL, Dalley AF, Agur AM. (2010). Anatomía con orientación clínica. 6ª edición. Ed. Wolters Wolf-Heidegger's Atlas de Anatomía. 5ª edición. Ed. Marbán SL. Llusá M Merí Á Ruano D (2004). Manual y Atlas fotográfico de Anatomía del Aparato locomotor. Ed. Médica. Barcelona.
- Moore KL, Dailey AF, Agur AMR. (2013). Anatomía con orientación clínica, 7ª ed. Lippincott-Williams & Wilkins, Barcelona.
- Moss ML. (1960). Functional analysis of human mandibular growth. *J Prosthet Dent* 10: 1149-1154.
- Mraiwa N, Jacobs R, Moerman P, Lambrichts I, van Steenberghe D, Quirynen M. (2003). Presence and course of the incisive canal in the human mandibular

interforaminal region: two-dimensional imaging versus anatomical observations. *Surg Radiol Anat* 25: 416-423.

Mwaniki DL, Hassanali J. (1992). The position of mandibular and mental foramina in Kenyan African mandibles. *East Afr Med J* 69: 210-213.

Neiva RF, Gapski R, Wang HL. (2004). Morphometric analysis of implant-related anatomy in Caucasian skulls. *J Periodontol* 75: 1061-1067.

Neves FS, Nascimento MCC, Oliveira ML, Almeida SM, Bóscolo FN. (2014). Comparative analysis of mandibular anatomical variations between panoramic radiography and cone beam computed tomography. *Oral Maxillofac Surg* 18: 419-424.

Nortjé CJ, Farman AO, Grotepass FW. (1977). Variations in the normal anatomy of the inferior dental (mandibular) canal: A retrospective study of panoramic radiographs from 3612 routine dental patients. *Br J Oral Surg* 15: 55-63.

Olivier E. (1927). Le canal dentaire inférieur et son nerf chez l'adulte. *Annal Anat Pathol* 4: 975-987.

Olivier E. (1928). The inferior dental canal and its nerve in the adult. *Br Dent J* 49: 356-358.

Olivier E. (1929). Canal dentario inferior. *Rev. Odont.* 17:302.

Oguz O, Bozkir MG. (2002). Evaluation of location of mandibular and mental foramina in dry, young, adult human male, dentulous mandibles. *West Indian Med J* 51: 14-16.

O'Rahilly R, Müller F. (1996). *Human Embryology and Teratology*. 2^a ed. Wiley Liss. New York.

Orhan K, Aksoy S, Bilecenoglu B, Sakul BU, Paksoy CS. (2011). Evaluation of bifid mandibular canals with cone-beam computed tomography in a Turkish adult population: a retrospective study. *Surg Radiol Anat* 33: 501-507.

Orliaguet T, Déchelotte P, Scheye T, Vanneuville G. (1993). The relationship between Meckel's cartilage and the development of the human fetal mandible. *Surg Radiol Anat* 15: 113-118.

Orliaguet T, Darcha C, Déchelotte P, Vanneuville G. (1994). Meckel's cartilage in the human embryo and fetus. *Anat Rec*. 238: 491-497.

Orts Llorca F. (1963). *Anatomía Humana. Tomo I, 3ª edición*. Editorial Científico-Médica. Madrid.

Pai MM, Swamy RS, Prabhu LV. (2010). A variation in the morphology of the inferior alveolar nerve with potential clinical significance. *Biomed Int* 1: 93-95.

Palomo PM. (2001). *Morfogénesis de la rama ascendente de la mandíbula*. Tesis Doctoral. Facultad de Medicina. Departamento de Ciencias Morfológicas. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

Phal PM, Myall RWT, Assael LA, Weissman JL. (2007). Imaging findings of bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaws. *AJNR Am J Neuroradiol* 28: 1139-1145.

Pasqualetti M, Ori M, Nardi I y Rijli FM. (2000). Ectopic Hoxa2 induction after neural crest migration results in homeosis of jaw elements in *Xenopus*. *Development* 127: 5367-5378.

Polland KE, Munro S, Redford G, Lockhart A, Logan G, Brocklebank L, McDonald SW. (2001). The mandibular canal of the edentulous jaw. *Clin Anat* 14: 445-452.

Przystanska A, Bruska M. (2012). Anatomical classification of accessory foramina in human mandibles of adults, infants, and fetuses. *Anat Sci Int* 87:141-149.

Pyle MA, Jasinevicius TR, Lalumandier JA, Kohrs KJ, Sawyer DR. (1999). Prevalence and implications of accessory retromolar foramina in clinical dentistry. *Gen Dent* 47(5): 500–503.

Reich RH. (1980). Anatomical studies on the course of the mandibular canal. *Dtsch. Zahnaerztl.* 35:972-975.

Ries Centeno GA. (1975). *Cirugía Bucal*. 7ª ed. Ed. El Ateneo. Buenos Aires.

Rodella LF, Buffoli, Labanca M, Rezzani R. (2012). A review of the mandibular and maxillary nerve supplies and their clinical relevance. *Arch Oral Biol* 57: 323-334.

Rodríguez Vazquez JF, Mérida Velasco JR; Mérida Velasco JA; Sánchez Montesinos I, Espin Ferra J, Jimenez Collado J. (1997). Development of Meckel's cartilage in the symphyseal region in man. *Anat Rec* 249: 249-254.

Rodríguez-Vázquez JF, Verdugo-López S, Murakami G. (2011). Venous drainage from the developing human base of mandible including Meckel's cartilage: the so-called Serres vein revisited. *Surg Radiol Anat.* 33:575-581.

Roisin-Chausson MH. (1984). Approche radiographique des rapports anatomiques du canal dentaire inferieur et de la dent de sagesse. *Actual Odontostomatologie.* 38:685-694.

Romer AS. (1970). *The vertebrate body*. 4ª ed. Saunders, Philadelphia.

Rosano G, Taschieri S, Gaudy JF, Testori T, Del Fabbro M. (2009). Anatomic

assessment of the anterior mandible and relative hemorrhage risk in implant dentistry: a cadaveric study. *Clin Oral Implants Res.* 20:791-795.

Rosenquist B. (1996) Is there an anterior loop of the inferior alveolar nerve?. *Int J Periodontics Restorative Dent* 16: 40-45.

Rouas P, Nancy J, Bar D. (2007). Identification of doublé mandibular Canals: literatura review and three case reports with CT scans and cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol* 36: 34-38.

Rouviere H, Delmas A. (2005). *Anatomía Humana, descriptiva, topográfica y funcional.* 11ª edic. Tomo I. Ed. Masson, Paris.

Roy TS, Sarkar AK, Panicker HK. (2002). Variation in the origin of the inferior alveolar nerve. *Clin Anat* 15(2): 143–147.

Sadler TW. (2012). *Langman Embriologia Medica.* 12ª ed. Ed. Lippincott Williams and Wilkins. Wolters Kluwer Health. Barcelona.

Salagaray LF, Salagaray LV. (1982). *La Anestesia en Odontoestomatología.* Ed. Ancora. Madrid.

Sanchis JM, Penarrocha M, Soler F. (2003). Bifid mandibular canal. *J Oral Maxillofac Surg* 61: 422-424.

Serman NJ. (1987). Differentiation of double mental foramina from extra-bony coursing of the incisive branch of the mandibular nerve. *J Dent Med* 5(3): 20-22.

Sicher H. (1962). *Anatomy and Oral Pathology.* *Oral Surg. Oral Med. And Oral Path.* 15:1264.

Shigetani Y, Sugahara F, Kawakami Y, Murakami Y, Hirano S y Kuratani S. (2002). Heterotopic shih of epitelial-mesenchymal interactions in vertébrate jaw evolution. *Science* 296: 1316-1319.

Shiozaki K, Fukami K, Kuribayashi A, Shimoda S, Kobayashi K. (2014). Mandibular lingual canals distribute to the dental crypts in prenatal stage. *Surg Radiol Anat* 36: 447-453.

Sicher H, Dubrul EL. (1987). The alveolar process of the mandible. En: Sicher H. *Oral Anatomy*. 5th ed. St. Louis. C.V. Mosby. pp. 396-401.

Sicher H, Pohl L. (1934). Zur Entwicklung des menschlichen Unterkiefers. *Z Stomat* 32: 141

Sièssere S, Hallak Regalo SC, Semprini M, Honorato De Oliveira R, Vitti M, Mizusaki Iyomasa M, et al. (2009). Anatomical variations of the mandibular nerve and its branches correlated to clinical situations. *Minerva Stomatol* 58(5): 209–215.

Smartt JM, Low DWm Bartlett SP. (2005). The pediatric mandible: I. A primer on growth and development. *Plast Reconstr Surg* 116: 14e-23e.

Smith AC, Barry SE, Chiong AY, Hadzakis D, Kha SL, Mok SC, Sable DL. (1997). Inferior alveolar nerve damage following removal of mandibular third molar teeth. A prospective study using panoramic radiography. *Aust Dent J.* 42: 149-152.

Spalteholz W. (1974). *Atlas de Anatomía Humana*. 7^a ed. Ed. Labor. Barcelona.

Sperber GH. (1989). *Craniofacial embryology*. 4th ed. Cambridge. Wright.

Sperber GH. (2001). *Craniofacial development*. Hamilton: BC Decker.

Standring S. (2005). *Gray's Anatomy. The anatomical basis of clinical practice.* 39 ed. Edit. Elsevier, Livingstone-Harcourt Brace New York.

Stein P, Brueckner J, Milliner M. (2007). Sensory innervation of mandibular teeth by the nerve to the mylohyoid: implications in local anesthesia. *Clin Anat* 20(6): 591–595.

Stella JP, Tharanon W. (1990). A precise radiographic method to determine the localization of the inferior alveolar canal in the posterior edentulous mandible: Implications for dental implants. Part 1: Technique. *Int J Oral Maxillofac Implant* 5: 15-22.

Suazo GIC, Morales HCA, Cantín LMG y Zavando MDA. (2007). Aspectos biométricos del canal mandibular. *Int J Morphol* 25: 811-816.

Tay AB, Go WS. (2004). Effect of exposed inferior alveolar neurovascular bundle during surgical removal of impacted lower third molars. *J Oral Maxillofac Surg* 62: 592-600.

Taguchi A, Sanada M, Krall E, Nakamoto T, Ohtsuka M, Suei Y, Tanimoto K, Kodama I, Tsuda M, Ohama K. (2003). Relationship between dental panoramic radiographic findings and biochemical markers of bone turnover. *J Bone Miner Res.* 18(9): 1689-1694.

Taguchi A, Tsuda M, Ohtsuka m, Ichiro K, Sanda M, Nakamoto T, Inagaki K, Noguchi T, Kudo Y, Suei Y, Tanimoto K, Bollen AM. (2006). Use of dental panoramic radiographs in identifying younger postmenopausal women with osteoporosis. *Osteoporos Int.* 17: 387-394.

Tebo HG, Telford IR. (1950). An analysis of the variation in position of the mental foramen. *Anat Rec.* 107:61-66.

Terminología Anatómica. Terminología Anatómica internacional. (2001).
Comité Federal sobre Terminología Anatómica (FCAT) y Sociedad Anatómica
Española. Editorial Médica Panamericana.

Testut L, Latarjet A. (1975). Anatomía Humana. Salvat Editores, Barcelona.

Tsuji Y, Muto T, Kawakami J, Takeda S. (2005). Computed tomographic analysis
of the position and course of the mandibular canal: relevance to the sagittal split
ramus osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 34: 243-246.

Valmaseda-Castellón E, Berini-Aytés L, Gay-Escoda C. (2001). Inferior alveolar
nerve damage after lower third molar surgical extraction: a prospective study of
1117 surgical extractions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 92:
377-383.

Valverde de Hamusco J. (1985). Historia de la composición del cuerpo
Humano. Edición facsímil, Ediciones Turner, Barcelona.

Vinckier F. (2000). What is the cause of failure of local anesthesia? *Rev Belge
Med Dent* 55: 41-50.

Vlasiadis ZK, Skouteris AC, Velegrakis AG, Fragouli I, Neratzoulakis MJ,
Damilakis J, Koumantakis EE. (2007). Mandibular radiomorphometric
measurements as indicators of posible osteoporosis in postmenopausal women.
Maturitas, Eur Menopause J 58: 226-235.

Wadhvani P, Mathur RM, Kohli M, Sahu R. (2008). Mandibular canal variant: a
case report. *J Oral Pathol Med* 37: 122-124.

Wadu SG, Penhall B, Townsend GC. (1997). Morphological variability of the
human inferior alveolar nerve. *Clin Anat* 10: 82-87.

Wang Y, Hu Y, Meng J, Li C. (2001). An ossified Meckel's cartilage in two Cretaceous mammals and origin of the mammalian middle ear. *Science* 294: 357-361.

Williams PL, Warwick R. (1985). *GRAY Anatomía*, 36ª edic, Salvat editores, Barcelona.

Williams JK, Rowe NM, Mackool RJ, Levine JP, Hollier LH, Longaker MT, Cutting CB, Grayson BH, McCarthy JG. (1998). Controlled multiplanar distraction of the mandible, part II: Laboratory studies of sagittal (anteroposterior) and vertical (superoinferior) movements. *J Craniofac. Surg.* 9:504-513.

Wyatt WM. (1996). Accessory mandibular canal: Literature review and presentation of an additional variant. *Quintessence International* 27: 111-113.

Zerina J, Smith MM. (2005). Origin and evolution of gnathostome dentitions: a question of teeth and pharyngeal denticles in placoderms. *Biol Rev Camb Philos Soc.* 80:303-345.